

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE D'ÉTAT D'INGÉNIEUR-DOCTEUR

PAR

OSMANE AÏDI

1^{re} THÈSE

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES DIFFUSEURS COURTS DE RÉVOLUTION

2^e THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

MESURE DU DÉBIT EN HYDRAULIQUE

Soutenues, le 7 Janvier 1956, devant la Commission d'Examen

Jury }

MM. PÉRÈS
FORTIER
BRUN

Président.

} *Examineurs.*

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE D'ÉTAT D'INGÉNIEUR-DOCTEUR

PAR

OSMANE AÏDI

1^{re} THÈSE

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES DIFFUSEURS COURTS DE RÉVOLUTION

2^e THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

MESURE DU DÉBIT EN HYDRAULIQUE

Soutenues, le 7 Janvier 1956, devant la Commission d'Examen

Jury }

MM. PÉRÈS
FORTIER
BRUN

Président.

} *Examineurs.*

16



CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DES DIFFUSEURS COURTS
DE RÉVOLUTION

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

Doyen J. PÉRÈS

PROFESSEURS

G. JULIA	T	Analyse supérieure et Algèbre supérieure.	M ^{re} GAUCHOIS	T	Chimie physique.
E. DARMOIS	T	Enseignement de Physique.	THELLIER	T	Physique du Globe.
FOCH	T	Mécanique physique et expérimentale.	AUDUBERT	T	Electrochimie.
PAUTHENIER	T	Electrotechnique générale.	L'HERITIER	T	Génétique.
DE BROGLIE	T	Théories physiques.	GRIVET	T	Radio-électricité.
JOB	T	Chimie générale.	PONCIN	T	Mécanique des fluides.
PRENANT	T	Anatomie et Histologie comparées.	THIRY	T	Mécanique appliquée.
GARNIER	T	Géométrie supérieure.	DUBREIL	T	Arithmétique et théorie des nombres.
PÉRÈS	T	Mécanique des fluides et applications.	QUELET	T	Chimie organique.
LAUGIER	T	Physiologie générale.	CAGNIARD	T	Géophysique appliquée.
M. CURIE	T	Physique (P.C.B.).	CHAMPETIER	T	Chimie macromoléculaire.
BARRABÉ	T	Géologie structurale et Géologie appliquée.	CUVILLIER	T	Géologie structurale et Géologie appliquée.
G. DARMOIS	T	Calcul des probabilités et Physique mathématique.	JUNG	T	Pétrographie.
J. BOURCART	T	Géographie physique et Géologie dynamique.	TRILLAT	T	Microscopie et diffraction électronique.
PLANTFOL	T	Botanique.	WIEMANN	T	Chimie organique structurale.
GRASSÉ	T	Evolution des êtres organisés.	JACQUINOT	T	Spectroscopie et physique céleste.
PRÉVOST	T	Chimie organique.	VASSY		Physique de l'atmosphère.
BOULIGAND	T	Application de l'analyse à la Géométrie.	DESTOUCHES		Théories physiques.
CHAUDRON	T	Chimie appliquée.	M. PRUVOST	T	Géologie.
WYART	T	Minéralogie.	AMIEL	T	Chimie (P.C.B.).
TEISSIER	T	Zoologie.	HOCART	T	Minéralogie.
MANGENOT	T	Biologie végétale.	J. P. MATHIEU	T	Physique (P.C.B.).
P. AUGER	T	Physique quantique et relativité.	COUTEAUX	T	Biologie animale (P.C.B.).
MONNIER	T	Physiologie des fonctions.	MAY		Biologie animale (P.C.B.).
PIVETEAU	T	Géologie.	CHOQUET	T	Calc. diff. et intégral.
ROCARD	T	Physique (E.N.S.).	FELDMANN		Biologie (P.C.B.).
H. CARTAN	T	Mathématiques (E.N.S.).	GUINIER	T	Physique (P.C.B.).
LAFFETTE	T	Chimie générale.	JOST	T	Biologie (P.C.B.).
FAVARD	T	Mécanique générale.	FORTET	T	Calcul des probabilités.
COULOMB	T	Physique du Globe.	SCHWARTZ	T	Méthode mathématique de la physique.
M ^{lle} COUSIN	T	Biologie animale (P.C.B.).	CHOUARD	T	Physiologie végétale.
CHRÉTIEN	T	Chimie minérale.	MALAVARD	T	Aviation.
P. DRACH	T	Zoologie.	BRELOT	T	Calcul différentiel.
KASTLER	T	Physique.	NORMANT	T	Chimie (P.C.B.).
EPHROSSI	T	Génétique.	BENARD	T	Chimie (P.C.B.).
WURMSER	T	Biologie physico-chimique.	BUVAT	T	Botanique (E.N.S.).
RIVIERE	T	Géologie (S.P.C.N.).	DUGUE	T	Statistiques mathématiques.
GAUTHERET	T	Biologie végétale (P.C.B.).	GELOSO		Chimie (S.P.C.N.).
LUCAS	T	Physique.	SOULAIRAC	T	Psychophysiologie.
A. THOMAS	T	Biologie cellulaire.	ULRICH	T	Physiologie végétale.
ARNULF	T	Optique appliquée.	MARECHAL	T	Optique théorique et appl.
M. MORAND	T	Physique.	KIRRMANN	T	Théories chimiques.
SOLEILLET	T	Physique.	CHADEFAUD		Botanique.
FORTIER	T	Mécanique expérimentale des fluides.	DESTRIAU		Physique (M.P.C.).
DANJON	T	Astronomie.	M ^{lle} LE BRETON		Physiologie générale.
FROMAGEOT	T	Chimie biologique.	SALEM		Mathématiques générales.
LAPORTE	T	Physique générale et Radio-activité.	LELONG	T	Mathématiques générales.
JANET	T	Mécanique analytique et mécanique céleste.	DEVILLERS		Anatomie et Histologie comparées.
PETIT	T	Biologie maritime.	EHRESMANN		Topologie algébrique.
QUENEY	T	Météorologie et dynamique atmosphérique.	FRANÇON		Physique (M.P.C.).
GALLIEN	T	Embryologie.	GLANGEAUD		Géographie physique et Géologie dynamique.
EICHHORN	T	Biologie végétale (P.C.B.).	GODEMENT		Mathématiques (M.P.C.).
DE CUGNAC	T	Biologie végétale (P.C.B.).	PISOT		Calcul des probabilités.
			ROCH (E)		Géologie.
			SCHATZMANN		Astrophysique.
			TERMIER		Paléontologie stratigraphique.
			ZAMANSKY		Mathématiques générales.

Secrétaire Général. Ch. MONIER

A mon Père,
mon Premier Maître et Idole,
Mounif AïDI.

A mon Cher Maître,

Monsieur le Professeur A. FORTIER,

ma gratitude, et mes respects.

A la Mémoire de ma Mère

A la Mémoire de mon Frère,

Ghassane AÏDI,

Premier Ingénieur-Docteur Syrien,

qui m'a guidé et orienté le long de mes études en France,

ma gratitude

TABLE DES MATIÈRES

	PAGES
INTRODUCTION.....	1
NOTATIONS UTILISÉES	3

CHAPITRE PREMIER. — Généralités

But du diffuseur	5
Historique et formes des diffuseurs	5
Rappel des définitions	10

CHAPITRE II. — Étude de l'influence de la forme du diffuseur court de révolution

Matériel utilisé	16
Diffuseur n° 1	16
Diffuseur n° 2	18
Diffuseur n° 3	19
Diffuseur n° 4	24
Diffuseur n° 5	27
Diffuseur n° 6	28
Diffuseur n° 7	29
Conclusion	32

CHAPITRE III. — Étude de l'influence de la répartition des vitesses

Généralités et matériel utilisé	33
Dix séries d'expériences et résultats	35
Conclusion	52

CHAPITRE IV. — Étude de l'influence de la rotation

Généralités et matériel utilisé	54
Cinq séries d'expériences	55
Conclusion	63

CHAPITRE V. — Aspiration de la couche limite dans le diffuseur

	PAGES
A. — Avec l'installation et formes du chapitre II.....	64
Généralités et matériel utilisé	64
Quatre séries d'expériences	66
Conclusion	85
B. — Avec l'installation et formes du chapitre III	88
Généralités et matériel utilisé	88
Dix séries d'expériences.....	88
Conclusion	105
BIBLIOGRAPHIE	106

INTRODUCTION

Le sujet de ces recherches nous a été suggéré par notre Maître M. le Professeur FORTIER. Nous tenons à mentionner, en premier lieu, notre heureuse possibilité d'avoir pu travailler sous sa direction, car ses conseils et directives étaient indispensables pour mener nos recherches à leurs fins.

Cette étude a pour but d'étudier le rendement des diffuseurs courts de révolution en vue de leur utilisation dans les centrales hydrauliques, étant donné leur coût peu élevé, et l'économie de Génie Civil qu'ils entraînent, principalement dans les cas des centrales souterraines.

Entreprises en octobre 1952, ces recherches ont été terminées en novembre 1955.

Nous sommes heureux d'exprimer notre respectueuse gratitude à MM. LABAYE et SALESSE, de l'Électricité de France, pour le soutien matériel qu'ils nous ont prodigué et qui nous a facilité notre tâche.

Nos remerciements s'adressent également à :

— M. J. COMOLET, ex-chef de travaux du Laboratoire de Mécanique des Fluides de la Faculté des Sciences de Paris, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Nancy;

— M. F. MOREL, notre actuel Chef de travaux au Laboratoire de Mécanique des Fluides;

— nos collègues, MM. CHEN et M. BARAT, pour leur aide;

— au laboratoire de Mécanique Physique et à son Chef d'atelier, M. SERRE, à tous ses mécaniciens et moniteurs, pour nous avoir fourni leur concours nécessaire dans nos installations et essais.

NOTATIONS UTILISÉES

- P_1 = Pression totale à l'entrée.
 P_2 = Pression totale à la sortie.
 $h_{1\text{tot}}$ = P_1 exprimée en hauteur d'eau en millimètres.
 $h_{2\text{tot}}$ = P_2 exprimée en hauteur d'eau en millimètres.
 p_1 = Pression statique à l'entrée.
 p_2 = Pression statique à la sortie.
 $h_{1\text{stat}}$ = p_1 exprimée en hauteur d'eau en millimètres.
 $h_{2\text{stat}}$ = p_2 exprimée en hauteur d'eau en millimètres.
 $\frac{\rho}{2} u_1^2$ = Pression dynamique à l'entrée.
 $\frac{\rho}{2} u_2^2$ = Pression dynamique à la sortie.
 $h_{1\text{dyn}}$ = $\frac{\rho}{2} u_1^2$ exprimée en hauteur d'eau.
 $h_{2\text{dyn}}$ = $\frac{\rho}{2} u_2^2$ exprimée en hauteur d'eau.
 $\alpha_1 \frac{\rho}{2} u_1^2$ = Énergie cinétique à l'entrée.
 $\alpha_2 \frac{\rho}{2} u_2^2$ = Énergie cinétique à la sortie.
 α_1 = Coefficient d'énergie cinétique à l'entrée.
 α_2 = Coefficient d'énergie cinétique à la sortie.
 ρ = Masse spécifique de l'air ambiant à la température (t) et la pression atmosphérique P_{atm} .
 P_{atm} = Pression atmosphérique normale = 760 mm.
 U = Vitesse moyenne dans la section considérée.
 u = Vitesse à un point M de la section et à l'instant t .
 V_n = Projection de la vitesse sur la normale.
 M = Débit d'air en masse.
 Q = Débit volumétrique de l'air dans la section considérée.
 Q_{asp} = Débit volumétrique de l'air aspiré.
 h_{asp} = Différence de pression entre l'amont et l'aval du diaphragme mesurant Q_{asp} .
 S_1 = Section d'entrée du diffuseur.
 S_2 = Section de sortie du diffuseur.

- S_0 = Section à l'amont du convergent.
 D_1 = Diamètre d'entrée du diffuseur.
 D_2 = Diamètre de sortie du diffuseur.
 D_0 = Diamètre de la section S_0 .
 R = Rayon de la section considérée.
 Z = Distance entre la plaque et l'extrémité aval du tuyau évasé.
 R_c = Rayon de courbure de la méridienne du tuyau évasé de révolution.
 z = Distance sur l'axe du diffuseur.
 z' = Distance du point à l'extrémité du tuyau évasé de révolution.
 ΔP = Pertes de charges entre S_1 et S_2 .
 K = Coefficient de proportionnalité entre la vitesse moyenne et la vitesse à un point de référence.
 $\mathcal{R}$ = Nombre de Reynolds.
 η_{pr} = Rendement pratique du diffuseur court de révolution.
 θ = Angle d'inclinaison de la vitesse sur l'axe du diffuseur.
 r = Distance d'un point M au centre de la canalisation.
 y = Distance d'un point M à la paroi.
 Σ_1 = Section à l'amont du diaphragme.
 Σ_2 = Section du diaphragme.
-

CHAPITRE PREMIER

GÉNÉRALITÉS

BUT DES DIFFUSEURS

L'eau, à la sortie de la roue d'une turbine, renferme une énergie cinétique appréciable, surtout dans les turbines à réaction à grande vitesse; le but du diffuseur est de transformer cette énergie cinétique en énergie potentielle ou, autrement dit, de transformer en pression l'énergie cinétique du fluide.

L'énergie cinétique que le diffuseur reçoit, il la restitue sous différentes formes :

- 1^o potentielle;
- 2^o résiduelle (énergie cinétique restante à la sortie du diffuseur);
- 3^o chaleur à cause des frottements, décollements, etc.

Le but du diffuseur est alors de développer au maximum la transformation sous la première forme.

Son emploi pour les pompes a pour but de récupérer en hauteur de refoulement le maximum possible de la hauteur due à la vitesse de l'eau à la sortie de la roue : pour les turbines son but est de diminuer la pression à l'aval de la roue d'une quantité égale à la plus grande partie possible de la hauteur due à la vitesse de l'eau à la sortie de la roue.

HISTORIQUE

Ce qu'on appelle « diffuseur » fut, à l'origine, un simple tube de forme conique, légèrement divergent, et qui avait pour rôle de diminuer la vitesse de l'eau à la sortie de la roue d'une turbine. Sa longueur dépendait de la hauteur de la roue au-dessus du canal de fuite ou de décharge. Quant à son rendement, le problème ne se posait pas, car les vitesses n'étaient pas grandes et l'on considérait que le gain qu'on pourrait obtenir compensait les pertes dues au frottement de l'eau sur les parois.

Le développement des turbines à réaction et la tendance vers une plus grande vitesse de la roue entraînèrent des modifications tenant compte de l'encombrement et du rendement.

Dans le cas où la hauteur d'aspiration est petite, pour récupérer l'énergie cinétique à la sortie de la roue, on a recours à des formes différentes, suivant les cas, allant des formes courbes ou coudées aux cônes.

FORMES DU DIFFUSEUR

Les différentes formes des diffuseurs existantes peuvent se grouper en trois familles :

- 1° formes droites;
- 2° formes coudées;
- 3° formes courtes de révolution.

1° Formes droites.

Cette famille groupe les diffuseurs coniques de section circulaire et les diffuseurs prismatiques de section carrée ou rectangulaire. Ces diffuseurs ont été étudiés bien à

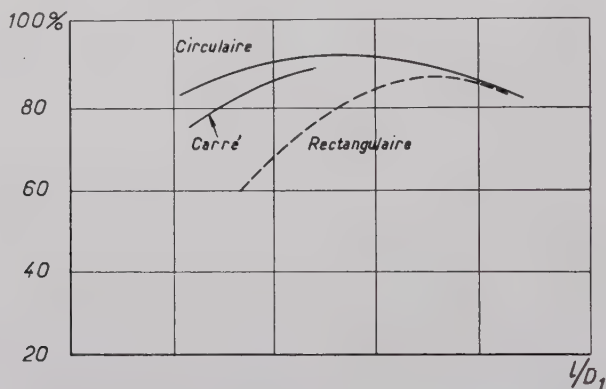


Fig. 1

fond, et leur rendement est le meilleur dans le cas où la hauteur d'aspiration est grande et la question d'encombrement ne se pose pas. Des études ont démontré que ces diffuseurs donnent un rendement maximum lorsque l'angle d'ouverture est voisin de 7°, le rendement décroît très rapidement quand l'angle croît pour des valeurs supérieures à 10°.

Pour qu'il n'y ait pas décollement dans le diffuseur, il faut satisfaire aux trois conditions suivantes :

$$\left. \begin{array}{l} 1^\circ \quad 5^\circ < B < 12^\circ \\ 2^\circ \quad 2 \leq \frac{L}{D_0} < 12 \\ 3^\circ \quad 12 < B \frac{L}{D_0} < 60 \end{array} \right\} \text{ pour } R = 10^6 \times 1,5 \text{ (1),}$$

B = angle du diffuseur; L = longueur du diffuseur; D_0 = diamètre d'entrée du diffuseur.

(1) ROBERTSON et ROSS. — *Influence des conditions à l'entrée sur l'écoulement dans les diffuseurs.*

GIBSON, qui a fait des études sur les diffuseurs coniques de section circulaire et prismatique de section carrée ou rectangulaire, a trouvé que le rendement passe par son maximum pour un angle optimum entre 5° et 8° pour les diffuseurs coniques. Quant aux diffuseurs prismatiques rectangulaires, le rendement maximum est obtenu pour $2\theta = 11^\circ$ (2θ est l'angle entre les deux murs divergents); enfin, pour les diffuseurs prismatiques carrés, le rendement maximum est obtenu pour $2\theta = 6^\circ$ (2θ étant l'angle entre les deux murs opposés).

Les résultats de ses recherches sont rassemblés dans le graphique ci-contre (*fig. 1*) où tous les cas ont été étudiés pour un rapport de surface de sortie et d'entrée $\frac{S_2}{S_1} = 4$ et les angles définis ci-dessus. Ce graphique représente le rendement maximum en fonction de $\frac{l}{D_1}$, l = longueur de la partie divergente et D_1 = diamètre du cercle défini par une aire S_1 (section S entrée).

2° Formes coudées.

Elles se divisent en trois catégories :

- A. — Coudée normale : utilisée dans les turbines Francis horizontales simples;
- B. — Coudée aplatie : pour les turbines Francis horizontales mais doubles, le coude dans ce cas est très plat, le virage assez brusque afin de réduire au maximum l'entrave des paliers;
- C. — Coudée Kaplan.

3° Formes courtes de révolution.

Nous appelons diffuseur court de révolution un diffuseur constitué par un tuyau de révolution s'évasant rapidement, devant lequel est placé une plaque plane déviant les filets fluides dans une direction faisant un angle voisin de 90° avec la direction des filets fluides à l'entrée du diffuseur.

La première étude théorique de ces formes fut celle de PRASIL. Il considère un courant fluide idéal sans frottement, complètement symétrique par rapport à un axe, dévié par une plaque posée perpendiculairement à l'écoulement avec une expression du potentiel :

$$\varphi = \frac{1}{2}ax^2 + by^2 + cz^2$$

avec $a + b + c = 0$, et $b = a$, $c = -2a$ (à cause de la symétrie par rapport à l'axe des Z), d'où :

$$\varphi = \frac{a}{2}(x^2 + y^2 - 2z^2)$$

avec $u = ax$, $v = ay$, $w = 2az$.

Les lignes de courant dans le plan YZ ($X = 0$) sont données par l'équation :

$$\frac{dy}{dz} = \frac{v}{w} = -\frac{y}{2z},$$

d'où il peut déduire l'équation des lignes de courant :

$$(1) \quad \boxed{y^2 Z = C^{te}} \quad (\text{équation des hyperboles cubiques}).$$

Si le mouvement est permanent (*fig. 2*), on a pour la pression :

$$\begin{aligned} p &= C^{te} \frac{\rho}{2} (u^2 + v^2 + w^2); \\ &= C^{te} \frac{\rho a^2}{2} (x^2 + y^2 + 4z^2). \end{aligned}$$

Pour $x = y = z = 0$, c'est-à-dire au centre de la plaque, la pression est maximum; les surfaces d'égales pressions sont des ellipsoïdes avec le rapport d'axes $1, 1, \frac{1}{2}$.

La base du calcul de PRASIL est que la composante verticale de la vitesse pour n'importe quel filet $v = V \sin \alpha$ est proportionnelle à la distance Z , qu'elle décroît

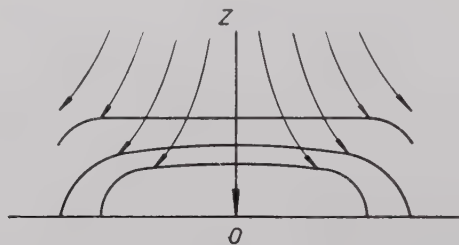


Fig. 2

linéairement du maximum correspondant à la section d'entrée pour avoir une valeur nulle pour $Z = 0$ et que la composante radiale est indépendante de la distance Z .

L'angle de la déviation α se déduit de la relation :

$$\frac{dz}{dy} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{w}{v} = \frac{2z}{-y} = \frac{2z}{r}.$$

De la *figure 3*, on voit que la vitesse va graduellement en décroissant de son maximum pour $Z = Z_1$ jusqu'à arriver à un minimum pour $Z = Z_3$ pour augmenter de nouveau en déviant de 0 à $\frac{\pi}{2}$ et arriver à sa valeur finale, quand les filets sont parallèles à la plaque.

La distance Z pour laquelle la vitesse devient minimum est ⁽¹⁾ :

$$\boxed{Z_3 = \frac{D_3}{4\sqrt{2}} = \frac{D_3}{5,65}}.$$

(1) BUCI.

KAPLAN fut le premier en Europe à étudier expérimentalement les diffuseurs courts de révolution et fit sa demande de brevet en août 1916. Après avoir fait de nombreux essais sur diverses formes plus ou moins évasées, il a obtenu les meilleurs résultats avec un diffuseur de section circulaire et les proportions suivantes :

$$R_2 > 3 R_1, \quad Z < \frac{2}{5} (R_2 - R_1), \quad H = 1,2 R_1$$

avec R_1 = rayon d'entrée; R_2 = rayon de sortie; H = hauteur; Z = distance entre la plaque et la section de sortie du tuyau évasé.

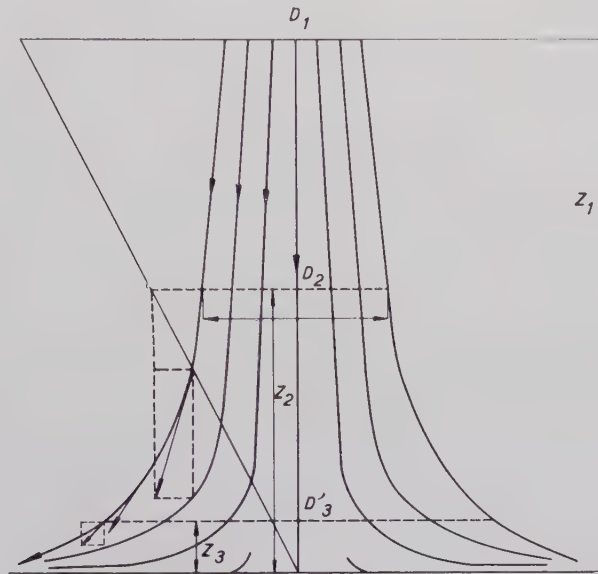


Fig. 3

Mais il a trouvé que son rendement n'était pas suffisant ⁽¹⁾ et il a retenu son diffuseur coudé.

Ce fut WHITE qui, en Amérique et au même moment, eut le mérite de pousser à fond l'étude de cette forme en partant du principe de donner au diffuseur la forme du jet dévié par une plaque normale à l'axe. Ce jet devait avoir une forme conique à l'entrée et à la sortie de manière à diminuer les vitesses progressivement, tandis que, d'après KAPLAN, il fallait opposer à l'embouchure évasée d'un tel diffuseur une plaque déviatrice qui oblige le fluide sortant à adhérer à l'évasement, évitant ainsi la formation d'un tourbillon.

Après de nombreuses expériences sur des formes différentes, WHITE a éliminé les formes utilisant un cône au lieu d'une plaque car les rendements augmentaient

(1) KAPLAN n'a pas précisé le rendement de son diffuseur court de révolution.

quand la hauteur de ce cône diminuait et a finalement retenu la forme définie par les caractéristiques suivantes :

$$R_1 = 5,09 \text{ cm}; \quad R_2 = 39,1 \text{ cm}; \quad \frac{R_2}{R_1} = 7,7;$$

$$R_{\text{courbure}} = 7 \text{ cm}; \quad Z = 1,37 \text{ cm}.$$

Ce diffuseur était précédé d'une partie cylindrique de longueur $1,5 D_1$ et d'un convergent de longueur $= 2 D_1$, et dont le diamètre à l'amont a $7,7 D_1$. Il a choisi comme expression du rendement le quotient de l'énergie cinétique récupérée sur la charge totale à l'entrée et a étudié ce rendement en fonction de la distance Z pour $1,28 < Z < 2,24$:

— Z , cm	1,28	1,35	1,44	1,51	1,59	1,9	2,24;
— rendement, % . .	76,7	77	78,5	<u>78,7</u>	78	74	66.

En diminuant le diamètre D_2 jusqu'à 45,8 cm au lieu de 78,2 et en gardant toutes les autres dimensions, il a obtenu les résultats suivants :

— Z , cm	1,28	1,44	1,60	1,75	1,90	2,24;
— rendement, % . .	61	65,5	67,5	67,5	<u>68,8</u>	58,5.

Nous voyons d'après ces résultats qu'il est possible d'obtenir, avec des diffuseurs de cette forme, des rendements voisins des rendements des diffuseurs coniques droits. Étant donné leur coût peu élevé et leur encombrement réduit, il y avait donc intérêt à entreprendre une étude systématique de ces diffuseurs pour préciser les conditions de leur emploi.

RAPPEL DES DÉFINITIONS

Toutes nos expériences ont été effectuées avec de l'air s'écoulant à des vitesses de l'ordre de 50 m/s. Je rappellerai donc les définitions s'appliquant à l'écoulement des gaz incompressibles où p est la pression statique, v la vitesse du fluide :

$$P = p + \frac{1}{2} \rho v^2.$$

P est appelée la pression totale et $\frac{1}{2} \rho v^2$ la pression dynamique.

Appliquons le théorème des forces vives à une masse du fluide incompressible contenu dans une surface S limitant un volume D à un instant donné :

$$\iint_S \left(p + \frac{\rho v^2}{2} \right) v_n d\sigma + \iiint_D \frac{1}{2} \frac{\partial (v^2)}{\partial t} dw = W.$$

W = puissance fournie au fluide à l'intérieur de S ;

dw = élément de D ;

$d\sigma$ = élément de S ;

v_n = projection de la vitesse $\bar{V}$ sur la normale à l'élément $d\sigma$.

Cette relation appliquée à un tronçon de canalisation limitée par deux sections (1) et (2) donne :

$$(3) \quad \iint_{s_1} \left(p + \frac{\rho v^2}{2} \right) v_n d\sigma - \iint_{s_2} \left(p + \frac{\rho v^2}{2} \right) v_n d\sigma + \iiint_{\omega} \frac{1}{2} \frac{\partial (\rho v^2)}{\partial t} dw = W.$$

Le sens positif de la normale est le sens allant de 1 à 2.

Pour l'écoulement permanent en moyenne, on obtient :

$$(4) \quad \iint_{s_2} \left(p + \frac{\rho v^2}{2} \right) v_n d\sigma - \iint_{s_1} \left(p + \frac{\rho v^2}{2} \right) v_n d\sigma = \bar{W}.$$

Une barre surmontant une quantité désigne la valeur moyenne dans le temps de cette quantité.

Les intégrales doubles homogènes au produit d'une pression par un débit volumétrique, sont des *débits d'énergie*.

$$(5) \quad \iint_s \left(\overline{p + \frac{\rho v^2}{2}} \right) v_n d\sigma = \bar{P} \cdot \bar{Q}.$$

L'équation (4) se met alors sous la forme :

$$Q \cdot \bar{P}_2 - \bar{Q} \cdot \bar{P}_1 = \bar{W}$$

ou :

$$(6) \quad \bar{Q} (\bar{P}_1 - \bar{P}_2) = -\bar{W}.$$

$\bar{P}$ défini ci-dessus est la pression totale moyenne dans la section considérée. $(\bar{P}_1 - \bar{P}_2)$ est appelée perte de charge moyenne entre les sections (1) et (2) :

$$(7) \quad \Delta \bar{P} = \bar{P}_1 - \bar{P}_2$$

pour la déterminer, il faut déterminer $\bar{P}_1$ et $\bar{P}_2$.

Dans un écoulement turbulent tel que la vitesse moyenne soit en tout point parallèle à une direction fixe, soit V la vitesse du fluide à l'instant t , cette vitesse diffère de la valeur moyenne d'une valeur appelée « fluctuations », autrement dit les valeurs de p, v, u à l'instant t sont :

$$p = \bar{p} + p', \quad v = \bar{u} + v', \quad v_n = \bar{u} + u'.$$

Portons-les dans l'expression de la pression totale moyenne dans une section, nous obtenons :

$$\begin{aligned} \left(\overline{p + \frac{\rho v^2}{2}} \right) v_n &= \frac{1}{T} \int_0^T \left(p + \frac{1}{2} \rho v^2 \right) v_n dt, \\ &= \frac{1}{T} \int_0^T \left(\bar{p} + p' + \frac{1}{2} \rho u^2 + \rho uv' + \frac{\rho v'^2}{2} \right) (\bar{u} + u') dt, \\ &= \bar{p} \cdot \bar{u} + \frac{\rho \bar{u}^3}{2} + \frac{\rho \overline{v'^2}}{2} \bar{u} + \overline{p' u'} + \rho \bar{u} \cdot \overline{v' u'} + \rho \frac{\overline{v'^2 u'}}{2}. \end{aligned}$$

Quand les fluctuations des vitesses sont faibles devant les valeurs moyennes, les quatre derniers termes sont négligeables devant les deux premiers, d'où :

$$\left(p + \frac{\rho}{2} v^2\right) v_n = \bar{p} \cdot \bar{u} + \frac{\rho}{2} \bar{u}^3.$$

La relation (5) s'écrit alors :

$$(8) \quad \iint_s \left(\bar{p} \cdot \bar{u} + \frac{\rho}{2} \bar{u}^3\right) d\sigma = P \cdot Q.$$

Le débit Q est égal à :

$$Q = \iint_s \bar{u} d\sigma$$

et, si la vitesse conserve une direction fixe dans toute la section, la pression est aussi constante dans la section; nous pourrions alors diviser par Q la relation (8) et nous obtenons :

$$(9) \quad P = \bar{p} + \frac{\iint_s \rho \frac{\bar{u}^3}{2} d\sigma}{Q}.$$

Le premier terme du second membre s'appelle « l'énergie potentielle par unité de volume du fluide » et le second terme « l'énergie cinétique moyenne », soit :

$V = \frac{Q}{S}$ vitesse moyenne dans le temps et dans l'espace, l'intégrale $\iint_s u^3 d\sigma$ peut s'exprimer en prenant V comme unité de vitesse et S comme unité de surface : $w = \frac{u}{V}$ et $dS = \frac{d\sigma}{S}$.

En faisant apparaître ces grandeurs sans dimension nous obtenons :

$$(10) \quad \iint_s \bar{u}^3 d\sigma = S \bar{V}^3 \iint_s \bar{w}^3 d\sigma dS = Q \bar{V}^2 \iint_s w^3 d\sigma,$$

l'intégrale $\iint_s w^3 d\sigma$ est un nombre qui ne dépend que de la forme géométrique de la section et de la répartition de vitesse dans cette section, posons :

$$\iint_s w^3 dS = \alpha.$$

Le coefficient α est appelé « coefficient d'énergie cinétique »; en se référant alors à (9), nous obtenons :

$$(11) \quad \boxed{\bar{P} = \bar{p} + \alpha \rho \frac{V^2}{2}}.$$

RÉPARTITION DE VITESSE DANS LES CONDUITES CYLINDRIQUES LONGUES

L'expérience montre que la vitesse du fluide dans les conduites, qui est maximum au centre de la canalisation, est nulle sur les parois; cette vitesse est fonction de la distance et proportionnelle à la puissance $\frac{1}{7}$ de la distance du point considéré à la paroi (pour les nombres de Reynolds de l'ordre de 10^5) :

$$v = K \left(\frac{y}{R} \right)^{1/7},$$

mais,

$$V = \frac{Q}{\pi R^2}.$$

Introduisons cette vitesse dans la relation précédente en posant $K = K' \bar{V}$ en tenant compte que cette loi de répartition devrait assurer un débit Q tel que :

$$Q = \int_0^R 2 \pi r v dr \quad \text{où} \quad r = R - y$$

en remplaçant v par sa valeur précédente :

$$v = K' \bar{V} \left(\frac{y}{R} \right)^{1/7} \quad \text{et} \quad V \text{ par } \frac{Q}{\pi R^2}$$

et y par $R - r$ et en intégrant, nous aurons $K' = 1,22$, d'où :

$$(12) \quad v = 1,22 \bar{V} \left(\frac{y}{R} \right)^{1/7}$$

la vitesse v nulle aux parois devient maximum et égale à $1,22 V$ au centre.

Calculons dans ce cas la valeur de α :

$$(13) \quad \alpha = \frac{\iint \bar{u}^3 d\sigma}{S \bar{V}^3} = \frac{\int_0^R 2 \pi r \bar{u}^3 dr}{\pi R^2 \bar{V}^3} = \frac{2 \int_0^R r \bar{u}^3 dr}{R^2 \bar{V}^3}$$

et remplaçant v par sa valeur dans (12) et $r = R - y$ et en intégrant, nous trouvons :

$$(14) \quad \alpha = 1,058.$$

L'énergie cinétique par unité de volume dans une section est égale à $1,058$ fois la valeur qu'elle aurait si la vitesse était constante et égale à V dans toute la section.

CAS DU FLUIDE EN ROTATION A L'AVANT DES PALES DE LA ROUE D'UNE TURBINE

Quand le fluide est en rotation à la sortie des pales de la roue et que la vitesse U du fluide en un point M fait un angle θ avec l'axe du diffuseur, on peut calculer les deux composantes de (U) :

- composante axiale $u_x = u \cos \theta$;
- composante tangentielle . . . $u_t = u \sin \theta$.

Pour avoir la pression totale moyenne dans la section, nous la tirons de la définition :

$$P_t = \frac{1}{Q} \iint_s \left(p + \rho \frac{u^2}{2} \right) u_x ds$$

ou :

$$(15) \quad P_t = \frac{1}{Q} \int_0^R 2 \pi \left(p + \rho \frac{u^2}{2} \right) u_x r dr.$$

Le débit Q est, dans ce cas :

$$(16) \quad \bar{Q} = \iint_s u \cos \theta ds = 2 \pi \int_0^R u \cos \theta r dr = \frac{\bar{U}}{S}.$$

Le coefficient d'énergie cinétique α est tiré de l'équation :

$$\frac{1}{Q} \iint_s \rho \frac{u^2}{2} \times u \cos \theta ds = \alpha \rho \frac{\bar{U}^2}{2},$$

mais $\bar{Q} = \bar{U} \cdot S$, d'où :

$$\frac{1}{Q} \iint_s \rho \frac{u^2}{2} \times u \cos \theta ds = \frac{2 \pi \rho}{2 \pi \cdot R^2 \bar{U}} \int_0^R u^2 \times u \cos \theta r dr$$

et, finalement :

$$(17) \quad \alpha = \frac{2 \int_0^R u^3 \cos \theta r dr}{\bar{U}^3 R^2}.$$

EXPRESSION DU RENDEMENT D'UN DIFFUSEUR

Lorsqu'il n'y a pas de rotation, c'est-à-dire quand les vitesses moyennes sont sensiblement parallèles à une direction fixe dans les sections d'entrée et de sortie du diffuseur, la formule de BERNOULLI généralisée nous permet d'écrire :

$$p_1 + \alpha_1 \frac{\rho}{2} \bar{U}_1^2 = p_2 + \alpha_2 \frac{\rho}{2} \bar{U}_2^2 + \Delta P.$$

Nous appelons rendement théorique du diffuseur le rapport :

$$(18) \quad \eta_{th} = \frac{p_2 - p_1}{\frac{\rho}{2} (\alpha_1 U_1^2 - \alpha_2 U_2^2)}.$$

Mais ce rendement est peu intéressant en pratique. Ce qui nous intéresse c'est le rendement « réel ou industriel » qui ne prend en considération qu'une seule forme d'énergie : l'énergie potentielle. Nous définissons donc « le rendement pratique du diffuseur comme le rapport de l'énergie potentielle restituée par le diffuseur à l'énergie cinétique à l'entrée » :

$$(19) \quad \eta_{pr} = \frac{p_2 - p_1}{\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2}.$$

Comme nos expériences se font avec de l'air et que, à la sortie du diffuseur, la pression statique p_2 est la pression atmosphérique, l'expression du rendement réel ou pratique s'écrit alors :

$$(20) \quad \eta_{pr} = \frac{-p_1}{\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2};$$

p_1 est la pression statique à l'entrée du diffuseur mesurée en prenant la pression atmosphérique comme origine des pressions.

La définition du rendement pratique du diffuseur revient à introduire dans les pertes l'énergie cinétique résiduelle à la sortie.

Posons :

$$\Delta P' = \Delta P + \alpha_2 \frac{\rho}{2} U_2^2,$$

la formule de BERNOULLI généralisée nous donne alors :

$$p_2 - p_1 = \alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2 - \Delta P'$$

ou :

$$\frac{p_2 - p_1}{\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2} = 1 - \frac{\Delta P'}{\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2},$$

d'où :

$$(21) \quad \eta_{pr} = 1 - \frac{\Delta P'}{\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2}.$$

Dans le cas où il y a rotation à l'entrée du diffuseur, nous utilisons la relation (21) pour déterminer le rendement pratique en désignant par $\Delta P'$ la différence entre la pression totale moyenne dans la section d'aire minimum à l'amont du diffuseur et la pression atmosphérique. $\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$ désigne l'énergie cinétique moyenne par unité de volume dans la section d'aire minimum à l'entrée du diffuseur.

CHAPITRE II

ÉTUDE DE L'INFLUENCE DE LA FORME DU DIFFUSEUR

Dans ce chapitre, nous étudierons l'influence de la forme du diffuseur court de révolution sur le rendement.

Un ventilateur refoule l'air dans une conduite cylindrique de 8 m de longueur et de 150 mm de diamètre, de manière à avoir à l'extrémité de cette canalisation une répartition de vitesse d'équilibre avec un coefficient d'énergie cinétique $\alpha_1 = 1,058$ [formule (14)] et une vitesse maximum au centre $u_1 = 1,22 U_1$ [formule (12)]. A l'aval de cette canalisation est placé un diffuseur court de révolution, ayant le même axe que celui de l'installation. Ce diffuseur est constitué par un tuyau de révolution s'évasant rapidement, devant lequel est placée une plaque plane perpendiculairement à son axe, déviant les filets fluides dans une direction faisant un angle voisin de 90° avec les filets fluides à l'entrée du diffuseur. Cette plaque peut se déplacer parallèlement à elle-même en ayant toujours son centre sur l'axe de l'installation. Un tube de Pitot mesure les pressions dans la section d'entrée du diffuseur; un autre tube de Pitot mesure les pressions dynamiques dans le jet entre la plaque et la section de sortie du tuyau évasé, la pression statique à la sortie étant la pression atmosphérique prise comme origine des pressions.

Après avoir vérifié que la répartition des vitesses à l'entrée du diffuseur est bien la répartition d'équilibre dans une canalisation cylindrique longue, nous avons placé dans toutes les expériences le premier tube de Pitot au centre de la section d'entrée du diffuseur, la vitesse moyenne et l'énergie cinétique moyenne sont alors calculées à l'aide des deux formules (12) et (14).

Le schéma de l'installation ainsi qu'une photographie sont représentés sur les figures 4 et 5.

Diffuseur n° 1.

La méridienne du premier diffuseur étudié avait une forme de spirale logarithmique. Le diffuseur avait 150 mm de diamètre à l'entrée et 350 mm à la sortie, sa hauteur était de 150 mm (*fig. 4*). $\frac{D_2}{D_1} = 2,33$, $H = D_1$.

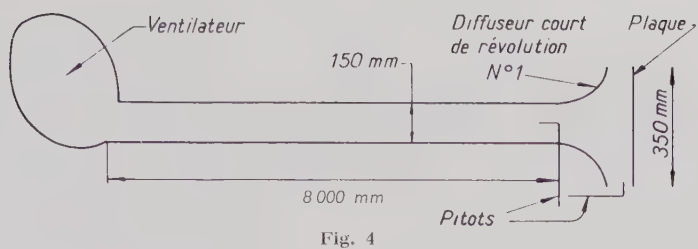


Fig. 4



Fig. 5. — Photographie de l'installation utilisée dans le chapitre II. Le diffuseur court de révolution monté est celui qui porte le n° 2

Les mesures ont été faites pour $1,8 \text{ cm} < Z < 10 \text{ cm}$ et sont rassemblées dans le tableau I.

TABLEAU I

$$P_{\text{atm}} = 752 \text{ mm Hg}, \quad t^{\circ}_{\text{ext}} = 4^{\circ}, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 3,95$$

Z	$h_{1 \text{ stat}}$	$h_{1 \text{ dyn}}$	$h_{1 \text{ tot}}$	U_1	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	η_{pr}
(cm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(%)
1,8	— 3,5	118,5	115	35,25	84,5	4,15
1,9	— 7	118	111,5	35	83,5	8,4
2	— 13	119	106	35,3	84,75	15,35
2,5	— 29	124	95	36	88,25	32,9
2,75	— 31	123	92	35,9	87,25	35,55
3	— 33	123	90	35,9	87,25	<u>37,85</u>
4	— 21	122	101	35,8	87	24,1
5	— 17	121	104	35,65	86,4	19,7
6	— 17	121	104	35,65	86,4	19,7
7	— 17	121	104	35,65	86,4	19,7
10	— 17	121	104	35,65	86,4	19,7

Le rendement est calculé d'après la formule (20).

$h_{1 \text{ stat}}$, $h_{1 \text{ dyn}}$, $h_{1 \text{ tot}}$ représentent les pressions statiques, dynamiques et totales dans la section d'entrée du diffuseur exprimées en millimètres d'eau.

La courbe du rendement en fonction de la distance Z entre la plaque et la section de sortie du tuyau évasé de révolution est représentée sur la *figure 9*.

Nous avons eu le maximum du rendement pour $Z = 3 \text{ cm} = \frac{D_1}{5}$.

Diffuseur n° 2.

Il a la même méridienne que le précédent; son diamètre de sortie est porté à 700 mm par une couronne circulaire plane.

Ses caractéristiques sont les suivantes :

$$\frac{D_2}{D_1} = 4,66, \quad D_1 = H = 150 \text{ mm}.$$

Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau II pour $2 < Z < 6 \text{ cm}$.

TABLEAU II

$$P_{\text{atm}} = 761 \text{ mm Hg}, \quad t^{\circ} = 7^{\circ}, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 3,96$$

Z	$h_1 \text{ stat}$	$h_1 \text{ dyn}$	$h_1 \text{ tot}$	U_1	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	η_{pr}
(cm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)		(%)
2	— 51	121	70	35,7	86,6	59
2,5	— 58	125	67	36,3	89,5	64,8
2,75	— 59	123	64	36	88	67
3	— 60	128	68	36,7	91,25	65,75
4	— 48	127	79	36,55	90,6	53
5	— 36	125	89	36,3	89,5	40,25
6	— 29,5	123,5	94	36,1	88,25	33,4

La courbe du rendement pratique en fonction de Z est représentée sur la figure 9.

Nous avons essayé d'introduire dans le diffuseur un cône de 15 cm de hauteur et de 10 cm de diamètre de base, collé à la plaque, mais les résultats n'ont pas été améliorés, confirmant ainsi les résultats déjà obtenus par WHITE.

Diffuseur n° 3.

Ce diffuseur est construit suivant la théorie de PRASIL avec un diamètre d'entrée de 150 mm et un diamètre à la sortie de 350 mm que nous nous sommes donnés ainsi que $Z_2 = 6,4 \text{ cm}$ [formules (1) et (2)] d'où nous tirons $Z_1 \leq 34,7 \text{ cm}$.

Les caractéristiques de ce diffuseur sont :

$$\frac{D_2}{D_1} = 2,33, \quad H = 28,3 \text{ cm}, \quad \frac{H}{D_1} = 1,89.$$

Sa forme est représentée sur la figure 6.

Le rendement est étudié pour $2 < Z < 7 \text{ cm}$.

Les résultats d'expériences figurent dans le tableau III. Dans ce tableau nous avons fait figurer les résultats de mesures de répartition des vitesses dans le jet à la sortie du diffuseur entre la plaque et la section de sortie du tuyau évasé de révolution. Nous constatons que la répartition des vitesses à la sortie ne dépend pas de la distance Z.

Les courbes de la vitesse en fonction de la distance Z entre la plaque de l'extrémité aval du tuyau évasé, sont représentées sur les figures 10 et 11.

TABLEAU III

Z = 2 cm		Z = 2,5 cm		Z = 3 cm	
P _{atm} 753 mm Hg		P _{atm} 753 mm Hg		P _{atm} 753 mm Hg	
t° 20°		t° 20°		t° 20°	
h _{1stat} — 22 mm		h _{1stat} — 36 mm		h _{1stat} — 39 mm	
h _{1dyn} 116 mm		h _{1dyn} 116 mm		h _{1dyn} 117,5 mm	
h _{1tot} 94 mm		h _{1tot} 80 mm		h _{1tot} 78,5 mm	
z'	u ₂	z'	u ₂	z'	u ₂
(mm)	(m/s)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m/s)
3,5	12,6	3,55	13,84	3,5	8,9
7	16	7	18,22	7	12
10	21,2	10	21,16	10	14,4
12	24,4	12,5	24	12,5	17,88
14	27,6	15	26,8	15	21,16
16,5	32,8	18	29,9	18	24,65
		22,5	33,6	20	27,12
				23	30,2
				26,5	33

Z = 3,5 cm		Z = 4 cm		Z = 4,5 cm	
P _{atm} 753 mm Hg		P _{atm} 753 mm Hg		P _{atm} 750 mm Hg	
t° 20°		t° 20°		t° 17°	
h _{1stat} — 39,5 mm		h _{1stat} — 37,5 mm		h _{1stat} — 36 mm	
h _{1dyn} 116,5 mm		h _{1dyn} 116,5 mm		h _{1dyn} 116 mm	
h _{1tot} 76,5 mm		h _{1tot} 79 mm		h _{1tot} 80 mm	
z'	u ₂	z'	u ₂	z'	u ₂
(mm)	(m/s)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m/s)
3,5	0	10	4,1	16	4,024
7	5,64	13	6,46	19	6,9
10	8	16	10,5	22	10,2
13	10,56	19	13,34	25	13,6
16	13,84	22	17,4	28	18,85
20	17,88	25	21	31	22,75
22	22,24	28	24,85	34	26,4
25	25,6	31	28,3	37	29,8
28	29,12	33,5	31,4	40	32,7
31,5	32,75	36,5	33,5	41,5	33,9

TABLEAU III (suite)

Z = 5 cm		Z = 5,5 cm		Z = 6 cm	
h_{1stat}	— 35 mm	h_{1stat}	— 33 mm	h_{1stat}	— 33 mm
h_{1dyn}	116 mm	h_{1dyn}	116 mm	h_{1dyn}	116 mm
h_{1tot}	81 mm	h_{1tot}	83 mm	h_{1tot}	83 mm
z'	u_2	z'	u_2	z'	u_2
(mm)	(m/s)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m/s)
22	4,024	28	5,67	31	5,67
25	8,048	31	8,97	34	7,5
28	11,7	34	12,08	37	9,8
31	15,05	37	15,05	40	13,3
34	19,7	40	20,12	43	18
37	23,8	43	24,14	46	22,4
40	27,3	46	27,25	49	26
43	30,3	49	31,9	52	29,5
46,5	33,9	51,5	33,9	55	32,4
				56,5	33,9

Z = 6,4 cm		Z = 7 cm	
h_{1stat}	— 33 mm	h_{1stat}	— 31 mm
h_{1dyn}	116 mm	h_{1dyn}	116 mm
h_{1tot}	83 mm	h_{1tot}	85 mm
z'	u_2	z'	u_2
(mm)	(m/s)	(mm)	(m/s)
33	4,5	40	4,5
36	6,23	43	7,44
39	8,5	46	49 8
42	12,7	49	12,7
45	16,1	52	16,15
48	19,4	55	20,85
51	23,9	58	25,4
54	27,25	61	29
57	31,1	64	31,9
61,5	33,9	66,5	34,05

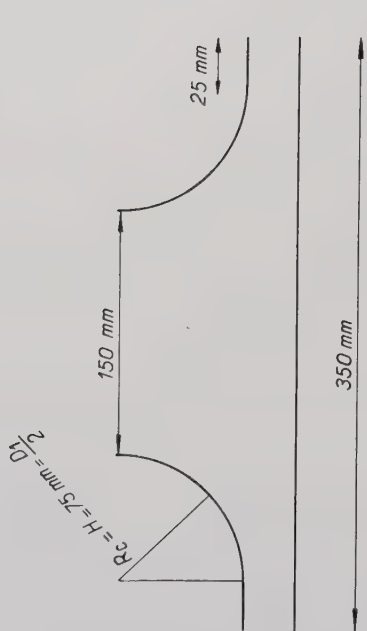


Fig. 8. — Diffuseur n° 3

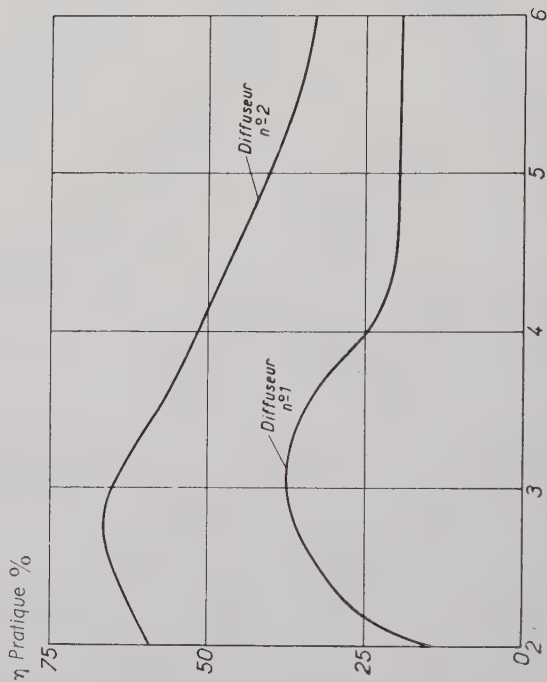


Fig. 9. — Courbe du rendement pratique en % en fonction de la distance Z en cm

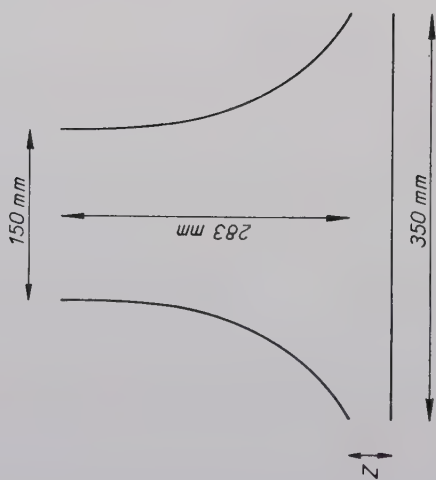


Fig. 6. — Diffuseur n° 3

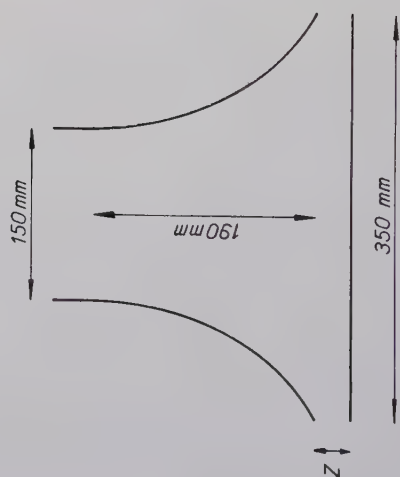


Fig. 7. — Diffuseur n° 4

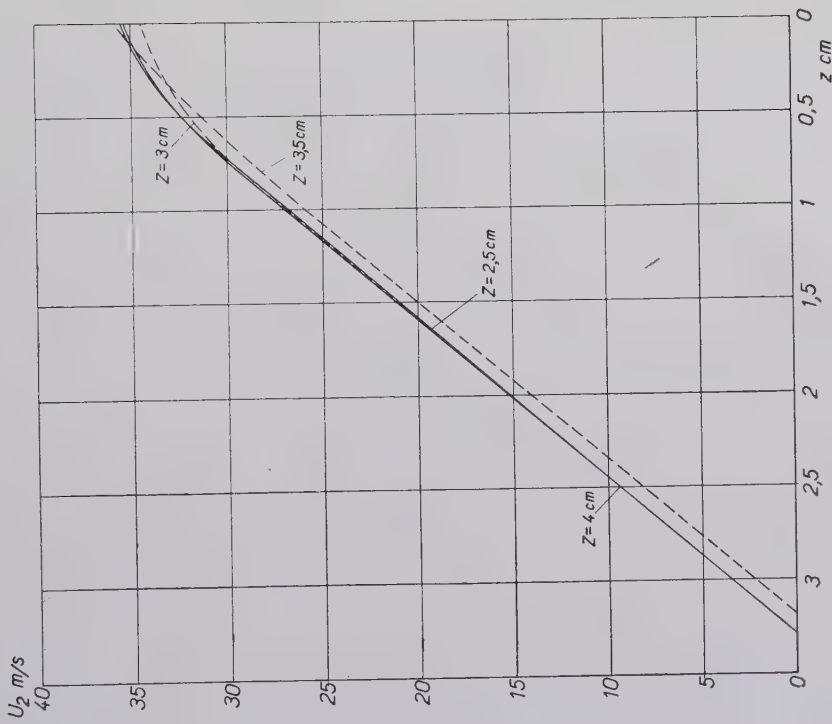


Fig. 10. — Courbe de répartition des vitesses à la sortie, pour différentes distances Z entre la plaque et l'extrémité aval du tuyau évasé, en fonction de la distance z à la plaque ($z = Z - z'$)

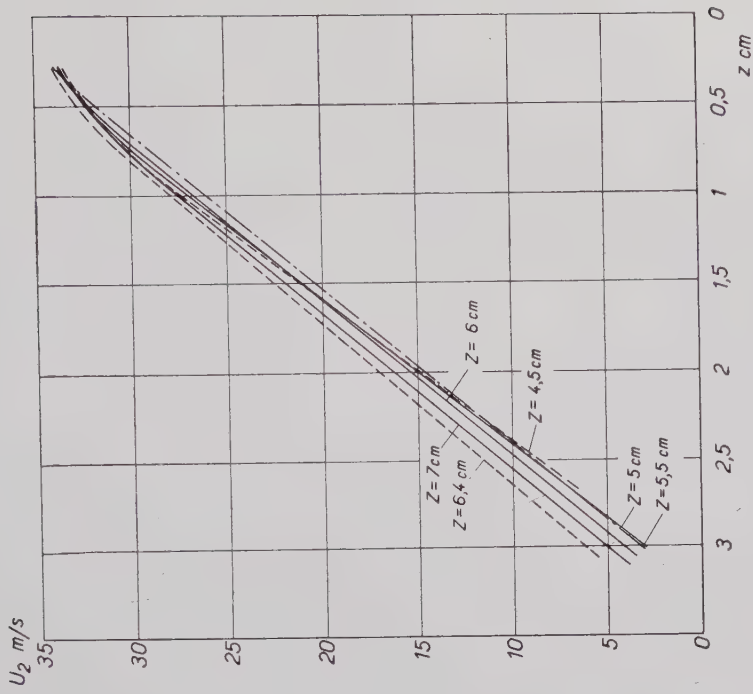


Fig. 11. — Courbe de répartition des vitesses à la sortie, pour différentes distances Z entre la plaque et l'extrémité aval du tuyau évasé, en fonction de la distance z à la plaque

Le tableau IV donne les valeurs du rendement en fonction de la distance Z.

TABLEAU IV

Z	U_1	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	$h_{1\text{stat}}$	η_{pr}
(cm)	(m/s)		(mm)	(%)
2,5	36,1	82,25	— 36	43,75
3	36,3	82,8	— 39	47,1
3,5	36,2	83,3	— 39,5	47,5
4	36,2	83,3	— 37,5	45,15
4,5	35,5	83	— 36	43,3
5	35,5	83	— 35	42,2
5,5	35,5	83	— 33	39,8
6	35,5	83	— 33	39,8
6,5	35,5	83	— 33	39,8
7	35,5	83	— 33	37,4

La courbe du rendement pratique en fonction de Z est représentée sur la figure 12.

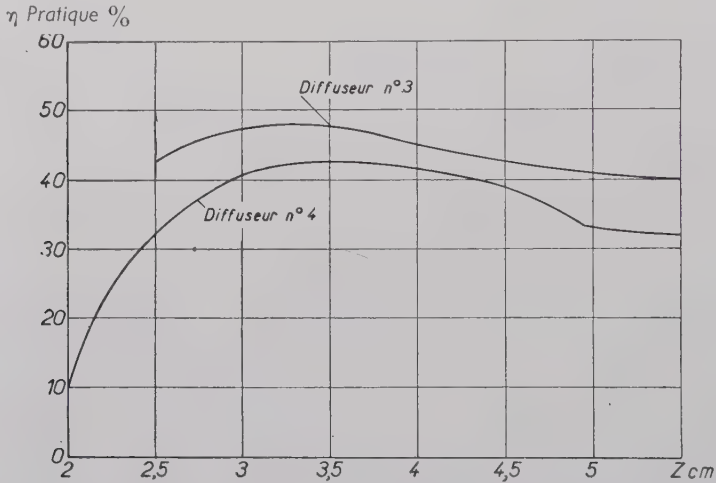


Fig. 12. — Courbe du rendement pratique en % en fonction de la distance Z en cm de la plaque à l'extrémité aval du tuyau évasé

Diffuseur n° 4.

Sur la figure 12, nous voyons que le rendement du diffuseur précédent est maximum pour $Z = 3,5$ alors que la méridienne a été calculée pour $Z = 6,4$ cm. Nous avons donc modifié le diffuseur tout en conservant une méridienne ayant la forme de PRASIL avec $D_1 = 150$ mm, $D_2 = 350$ mm et $Z = 3,5$ cm; nous avons trouvé :

$$H = 190 \text{ mm} \left(\frac{D_2}{D_1} = 2,33, \quad \frac{H}{D_1} = 1,265 \right).$$

Le schéma de ce diffuseur est représenté sur la figure 7.

Les résultats de mesures figurent dans le tableau V ainsi que les résultats de mesures sur la répartition des vitesses à la sortie.

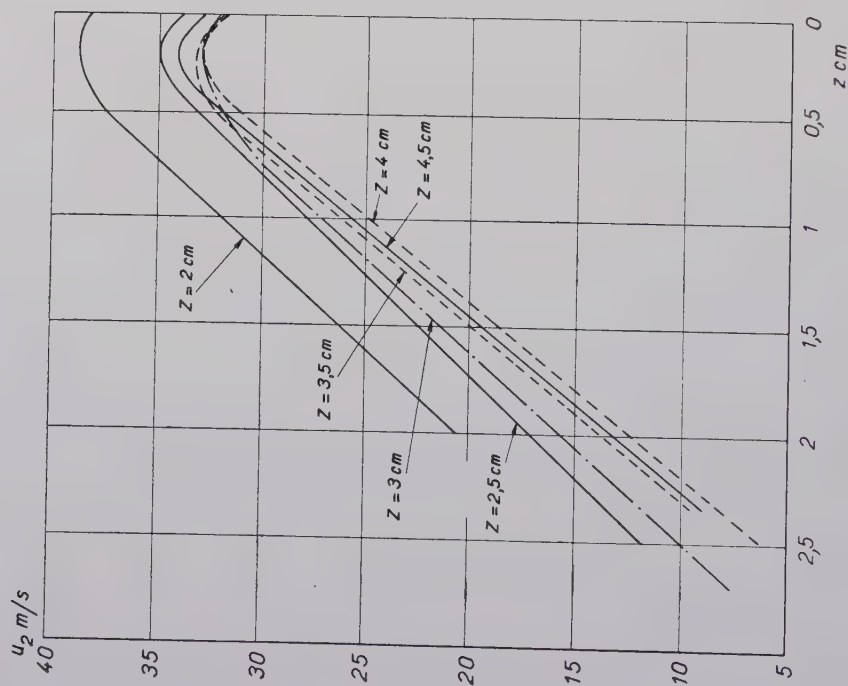


Fig. 13. — Courbe de répartition des vitesses à la sortie, pour différentes distances Z de la plaque à l'extrémité aval du tuyau évasé, en fonction de la distance z à la plaque

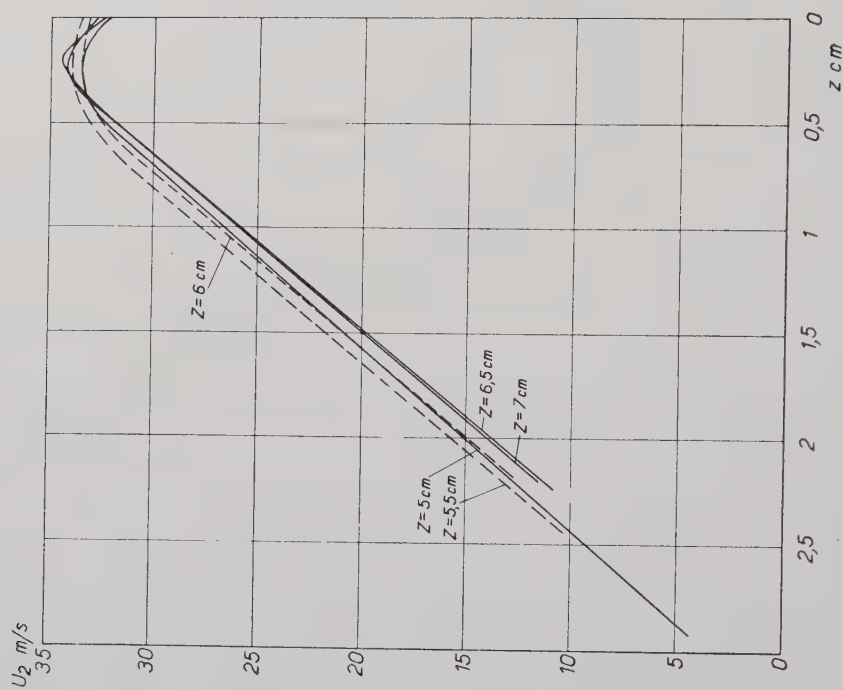


Fig. 14. — Courbe de répartition des vitesses à la sortie, pour différentes distances Z de la plaque à l'extrémité aval du tuyau évasé, en fonction de la distance z à la plaque

Les courbes représentées sur les *figures* 13 et 14 représentent la répartition des vitesses à la sortie en fonction de Z .

Nous trouvons les mêmes constatations que précédemment en ce qui concerne les répartitions des vitesses à la sortie; ces courbes ne changent pas d'allure en fonction de Z .

Les résultats des calculs du rendement figurent dans le tableau VI.

TABLEAU VI

Z	U_1	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	$h_{1, \text{stat}}$	η_{pr}
(cm)	(m/s)		(mm)	(%)
2	35,3	80	— 9	11,25
2,5	35,5	79,5	— 26	32,7
3	36,1	83,25	— 33,5	40,25
3,5	35,5	80,5	— 34	42,25
4	35,4	80,2	— 31	38,7
4,5	36	82	— 29,5	36
5	35,9	82,7	— 27	32,7
5,5	35,65	81,4	— 26	31,9
6	35,9	82,7	— 27,5	33,3
6,5	35,35	80	— 27,5	34,4
7	35,25	79,75	— 26	32,65

Sur la *figure* 12, nous avons représenté la courbe du rendement pratique en fonction de la distance Z .

Diffuseur n° 5.

Ce diffuseur est semblable à celui de WHITE, mais il est plus court. Sa méridienne est un quart de cercle de rayon de courbure $R_c = H = \frac{D_1}{2}$, tandis que celui de WHITE avait pour hauteur $R_c = H = 0,69 D_1$.

Une couronne circulaire plane de 25 mm de largeur a été ajoutée pour prolonger la section de sortie de façon à avoir le même diamètre de sortie que précédemment.

Les dimensions de ce diffuseur sont les suivantes :

$$D_1 = 150 \text{ mm}, \quad D_2 = 350 \text{ mm}, \quad H = R_c = 75 \text{ mm} = \frac{D_1}{2}, \quad \frac{D_2}{D_1} = 2,33.$$

La forme de ce diffuseur est représentée sur la *figure* 8.

Les résultats expérimentaux figurent dans le tableau VII.

TABEAU VII

Z = 2,5 cm		Z = 3,5 cm		Z = 4,5 cm		Z = 6 cm	
Patm.. 755 mm Hg		Patm.. 755 mm Hg		Patm.. 755 mm Hg		Patm.. 755 mm Hg	
$t^0 \dots 10^0$		$t^0 \dots 10^0$		$t^0 \dots 10^0$		$t^0 \dots 10^0$	
$h_{1\text{stat}} \dots 28 \text{ mm}$		$h_{1\text{stat}} \dots 31 \text{ mm}$		$h_{1\text{stat}} \dots 23 \text{ mm}$		$h_{1\text{stat}} \dots 18,5 \text{ mm}$	
$h_{1\text{dyn}} \dots 120 \text{ mm}$		$h_{1\text{dyn}} \dots 119 \text{ mm}$		$h_{1\text{dyn}} \dots 118 \text{ mm}$		$h_{1\text{dyn}} \dots 118,5 \text{ mm}$	
$h_{1\text{tot}} \dots 98 \text{ mm}$		$h_{1\text{tot}} \dots 88 \text{ mm}$		$h_{1\text{tot}} \dots 95 \text{ mm}$		$h_{1\text{tot}} \dots 100 \text{ mm}$	
z'	u_z	z'	u_z	z'	u_z	z'	u_z
(mm)	(m/s)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m/s)
1	5,6	10	7,92	20	6,85	35	9,7
5	12,75	15	15,32	25	14,3	40	16,8
10	22,5	20	23,1	30	22,4	45	25,65
15	29,5	25	29,55	35	29,4	50	31,2
20	34,2	30	33,5	40	34,95	55	33,9
24	35,6	34	34,1	44	36	59	34

Les courbes des répartitions des vitesses à la sortie sont les mêmes pour toutes les distances Z et leur allure est la même que celles des diffuseurs précédents.

Les résultats des calculs du rendement figurent dans le tableau VIII.

TABEAU VIII

Z	U_1	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	$h_{1\text{stat}}$	η_{pr}	Q
(cm)	(m/s)		(mm)	(%)	(l/s)
2,5	35,75	85	— 28	33	630
3,5	36	86,6	— 31	35,8	635
4,5	35,2	81,9	— 23	28,1	621
6	35,25	82,6	— 18,5	22,5	623

La courbe rendement en fonction de Z est représentée sur la figure 15.

Diffuseur n° 6.

Pour ce nouveau modèle, nous avons remplacé la couronne de 25 mm de largeur par une autre couronne de 75 mm, ce qui ramène le diamètre de sortie à 450 mm.

Ses dimensions sont les suivantes :

$$D_1 = 150, \quad D_2 = 450, \quad \frac{D_2}{D_1} = 3, \quad H = R_c = \frac{D_1}{2}.$$

Les résultats expérimentaux figurent dans le tableau IX.

TABLEAU IX

Z = 2,5 cm		Z = 3,5 cm		Z = 4,5 cm		Z = 6 cm	
P _{atm} .	757 mm Hg	P _{atm} .	757 mm Hg	P _{atm} ..	757 mm Hg	P _{atm} ..	757 mm Hg
t°	13°	t°	13°	t°	13°	t°	13°
h _{1 stat} .	— 36,5 mm	h _{1 stat} .	— 37,5 mm	h _{1 stat} ..	— 28,5 mm	h _{1 stat} .	— 19 mm
h _{1 dyn} .	120,5 mm	h _{1 dyn} .	120 mm	h _{1 dyn} ..	120 mm	h _{1 dyn} ..	116,5 mm
h _{1 tot} .	84 mm	h _{1 tot} .	82,5 mm	h _{1 tot} ..	92 mm	h _{1 tot} ..	37,5 mm
z'	u ₂	z'	u ₂	z'	u ₂	z'	u ₂
(mm)	(m/s)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m/s)
5	8,95	15	8,95	25	8	40	10,6
6	17	20	15,5	30	16	45	17,4
15	25,6	25	22,65	35	23,5	50	25,6
20	31,5	30	29,1	40	29	55	32,25
24	29,25	34	28,55	44	29	59	31,25

Nous avons remarqué les mêmes allures que précédemment pour les courbes de répartition des vitesses à la sortie.

Les résultats des calculs du rendement figurent dans le tableau X.

TABLEAU X

Z	U ₁	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	h _{1 stat}	η_{pr}	Q
(cm)	(m/s)		(mm)	(%)	(l/s)
2,5	35,9	85,25	— 36,5	42,75	632
3,5	35,85	85	— 37,5	44,15	631
4,5	35,85	85	— 28,5	33,5	631
6	35,4	83	— 19	22,9	623

Sur la *figure 15*, nous avons représenté la courbe du rendement pratique en fonction de la distance Z de la plaque à l'extrémité du tuyau évasé.

Diffuseur n° 7.

La couronne de 75 mm de largeur du diffuseur précédent est remplacée par une autre de 125 mm de largeur, ce qui porte le diamètre de sortie à 550 mm.

$$D_1 = 150 \text{ mm}, \quad D_2 = 550 \text{ mm}, \quad \frac{D_2}{D_1} = 3,66, \quad H = R_c = \frac{D_1}{2} = 75 \text{ mm}.$$

Les résultats expérimentaux figurent dans le tableau XI.

TABLEAU XI

Z = 2,5 cm		Z = 3 cm		Z = 3,5 cm	
P _{atm}	760 mm Hg	P _{atm}	760 mm Hg	P _{atm}	760 mm Hg
t ^o	9°	t ^o	10°	t ^o	9°
h _{1stat}	— 46 mm	h _{1stat}	— 49 mm	h _{1stat}	— 47 mm
h _{1dyn}	125 mm	h _{1dyn}	124 mm	h _{1dyn}	123,5 mm
h _{1tot}	79 mm	h _{1tot}	75 mm	h _{1tot}	76,5 mm
z'	u ₂	z'	u ₂	z'	u ₂
(mm)	(m/s)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m/s)
5	8,4	5	5,6	15	8,85
10	14,3	10	8,9	20	13,7
15	21,35	15	14	25	19
20	27,45	20	19,65	30	13,25
24	<u>24,6</u>	25	25,4	34	<u>22,05</u>
		29	23		

Z = 4 cm		Z = 4,5 cm		Z = 6 cm	
P _{atm}	760 mm Hg	P _{atm}	760 mm Hg	P _{atm}	760 mm Hg
t ^o	10°	t ^o	9°	t ^o	9°
h _{1stat}	— 43 mm	h _{1stat}	— 35,5 mm	h _{1stat}	— 26 mm
h _{1dyn}	120 mm	h _{1dyn}	121,5 mm	h _{1dyn}	123 mm
h _{1tot}	77 mm	h _{1tot}	86 mm	h _{1tot}	97 mm
z'	u ₂	z'	u ₂	z'	u ₂
(mm)	(m/s)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m/s)
15	4,85	25	8,4	40	8,4
20	9,7	30	13,7	45	15,33
25	14,85	35	19	50	21
30	19,85	40	22,75	55	25,65
35	23	44	21,35	59	24,75
39	<u>22,1</u>				

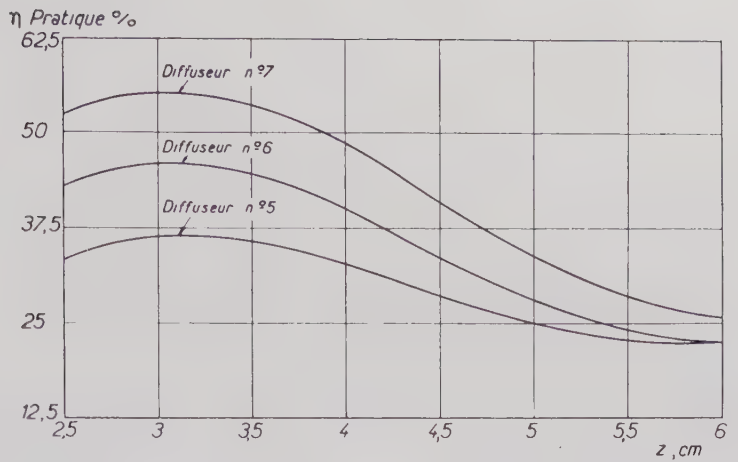


Fig. 15

Courbe du rendement pratique en fonction de la distance Z en cm de la plaque à l'extrémité aval du tuyau évasé

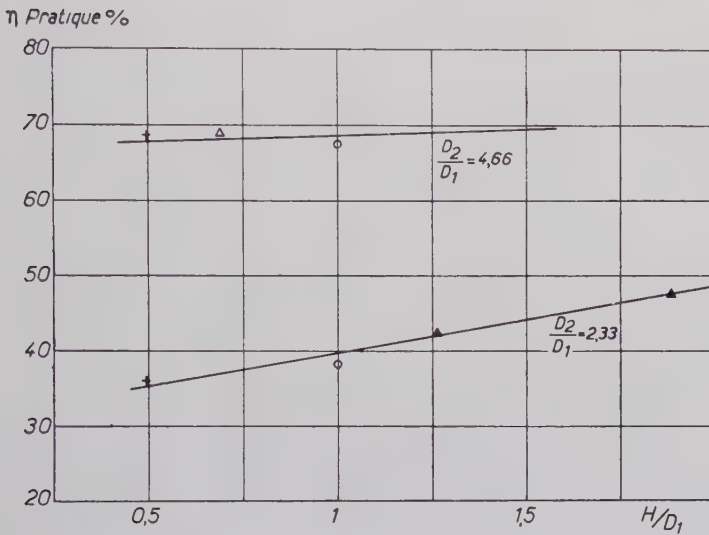


Fig. 16

Variations du rendement maximum pratique pour les différentes formes de méridiennes en fonction de $\frac{H}{D_1}$ pour deux valeurs de $\frac{D_2}{D_1}$

- : méridienne en forme de spirale logarithmique
- ▲ : méridienne de PRASIL
- +
- : point obtenu par WHITE pour $\frac{D_2}{D_1} = 4.5$

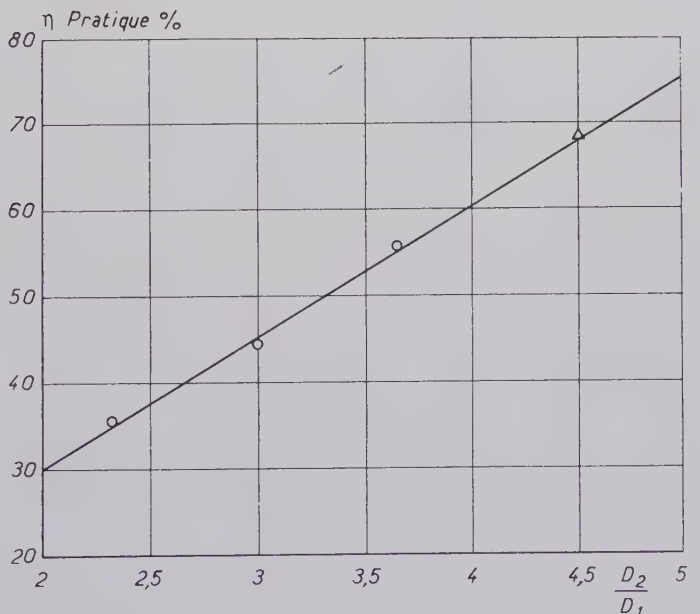
Fig. 17

Variation du rendement pratique maximum en % pour une méridienne en arc de cercle

$$H = 75 \text{ mm} = 0.5 D_1$$

en fonction du rapport $\frac{D_2}{D_1}$

- △ : point obtenu par WHITE pour $H = 0.7 D_1$ avec une répartition des vitesses uniforme à l'entrée du diffuseur
- : point obtenu avec les diffuseurs $H = 0.5 D_1$ avec la répartition des vitesses d'équilibre d'une canalisation cylindrique longue



Les résultats des calculs du rendement figurent dans le tableau ci-dessous :

Z	U_1	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	h_{1stat}	η_{pr}	Q
(cm)	(m/s)		(mm)	(%)	(l/sec)
2,5	36,25	88,5	— 46	52	640
3	36,15	87,8	— 49	55,75	638
3,5	36,05	87,6	— 47	53,75	636
4	35,8	86,2	— 43	49,9	632
4,5	35,8	86,2	— 35,5	41,15	632
6	35,95	87,3	— 26	25,8	634

Sur la *figure 15*, nous avons représenté la courbe des variations du rendement pratique en fonction de la distance Z.

CONCLUSION

Les résultats précédents montrent clairement que les deux paramètres importants qui influent sur la valeur du rendement maximum sont les rapports $\frac{H}{D_1}$ et $\frac{D_2}{D_1}$. La forme de la méridienne du tuyau évasé qui fait face à la plaque est pratiquement sans importance pourvu que l'évasement soit progressif.

Sur la *figure 16*, nous avons porté les valeurs du rendement maximum pour différentes formes des méridiennes et différentes valeurs de $\frac{H}{D_1}$, cela pour la même valeur de D_2 . Les points se groupent autour d'une droite unique, ce qui montre que la forme de la méridienne intervient peu et que pour une valeur donnée de $\frac{D_2}{D_1}$ le rendement maximum ne dépend que de $\frac{H}{D_1}$.

Sur la *figure 17*, nous avons porté les variations du rendement maximum pour $\frac{H}{D_1} = 0,5$ en fonction de $\frac{D_2}{D_1}$. On voit sur cette courbe qu'il est possible d'obtenir un rendement maximum de l'ordre de 70 % avec un diffuseur très court ($\frac{H}{D_1} = 0,5$), mais à condition que le rapport $\frac{D_2}{D_1}$ soit de l'ordre de 5 (la répartition des vitesses à l'entrée du diffuseur étant la répartition d'équilibre d'une canalisation cylindrique longue).

Nous n'avons pas cherché à étudier le rendement pour des rapports $\frac{D_2}{D_1}$ supérieurs à 5 et des rapports de $\frac{H}{D_1}$ supérieurs à 2 car le but de cette étude est de déterminer les conditions d'obtention des bons rendements pour des diffuseurs de faible encombrement.

Dans les chapitres suivants, nous avons donc étudié en détail le rendement d'un diffuseur du type n° 6 en faisant varier la répartition des vitesses à l'entrée du diffuseur.

CHAPITRE III

ÉTUDE DE L'INFLUENCE DE LA RÉPARTITION DES VITESSES

Les études antérieures (1) sur le diffuseur conique droit à 7° ont montré que la répartition des vitesses à l'entrée du diffuseur a une influence extrêmement importante sur le rendement. Nous nous sommes donc proposé d'étudier l'influence de la répartition des vitesses sur le rendement du diffuseur court de révolution, *ce qui n'avait pas été fait jusqu'ici*.

En nous basant sur les résultats du chapitre précédent, nous avons fait construire un diffuseur du type 5, 6, 7, mais de dimensions plus grandes pour pouvoir effectuer plus aisément les mesures de répartition des vitesses.

Nous avons adopté les rapports $\frac{H}{D_1} = 0,5$ et $\frac{D_2}{D_1} = 3$ (diffuseur 6) qui conduisent à un diffuseur d'encombrement très réduit, et qui permettra d'obtenir, comme nous le verrons, de bons rendements.

Pour modifier la répartition des vitesses à l'entrée du diffuseur, nous avons placé à l'amont un convergent de rapport de contraction en surface égale à 4, de façon à obtenir d'abord une répartition de vitesses sensiblement uniforme. Puis, pour rejeter le maximum des vitesses sur la paroi, nous avons placé, au centre du tuyau cylindrique à l'amont du diffuseur, des corps fuselés de révolution ayant même axe que le diffuseur (*fig. 21*).

L'installation est représentée sur les *figures 18 et 19*.

Dans chaque série d'expériences, nous avons effectué des mesures de répartition des vitesses à l'aide d'un tube de Pitot dans la section d'entrée du diffuseur que nous prenons par définition, confondu avec la section d'aire minimum à l'amont du diffuseur.

Pour calculer les rendements, nous utiliserons la formule (21) :

$$\eta_{pr} = 1 - \frac{\Delta P'}{\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2}.$$

(1) COTTIGNIES.

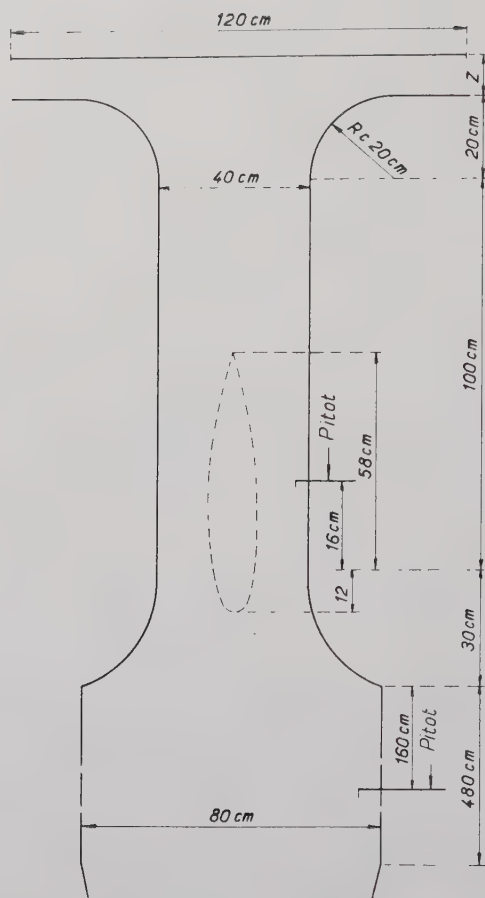


Fig. 18. — Installation utilisée pour chapitres III, IV et V

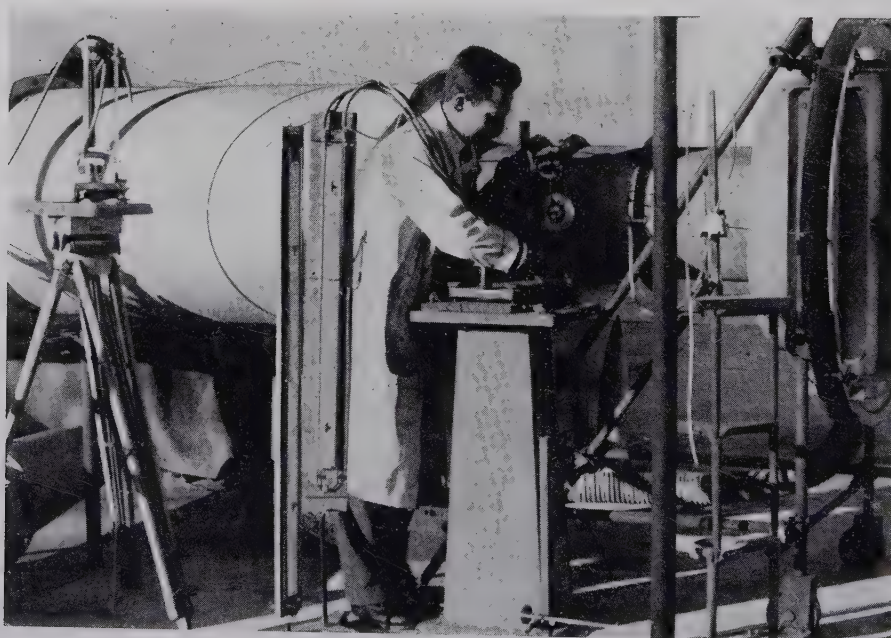


Fig. 19. — Photo de l'installation A

A gauche : les tuyaux cylindriques diamètre $D_0 = 80$ cm, qui sont liés au convergent
 A droite : les tuyaux cylindriques de diamètre $D_1 = 40$ cm. A l'extrême droite : le diffuseur

$\Delta P'$ représente la somme des pertes de charge du diffuseur et de l'énergie cinétique résiduelle à la sortie.

$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$ représente l'énergie cinétique moyenne dans la *section d'aire minimum*.

Dans une série d'expériences, lorsque nous faisons varier la distance Z entre la plaque et l'extrémité du tuyau évasé de révolution, le débit varie peu. Nous avons donc, pour chaque série d'expériences, fait une seule fois la détermination de la répartition des vitesses à l'entrée. Nous avons admis que le coefficient d'énergie cinétique α_1 , et le rapport K_1 de la vitesse en un point de référence à la vitesse moyenne dans la section sont les mêmes pour différentes valeurs de Z . Pour connaître le débit nous étions donc amenés à mesurer uniquement la vitesse sur l'axe de la canalisation de 80 cm de diamètre à l'amont du convergent précédant le diffuseur.

Pour déterminer $\Delta P'$ nous avons mesuré la pression totale moyenne dans la section de 80 cm de diamètre à 160 cm de l'entrée du convergent, puis nous avons retranché 0,02 de l'énergie cinétique dans cette section qui correspond aux pertes dans cette partie, puis 0,01 de l'énergie cinétique dans la section d'aire minimum à l'amont du diffuseur correspondant aux pertes entre l'extrémité amont du convergent et la section d'aire minimum où les mesures sont faites :

$$(22) \quad \eta_{pr} \% = 1 - \frac{h_{0\text{tot}} - 0,02 \alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2 - 0,01 \alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2}{\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2}.$$

Nous avons comparé les valeurs de $\Delta P'$ ainsi déterminées et de la pression totale moyenne dans la section d'aire minimum déterminée directement; nous avons trouvé qu'il y avait un bon accord entre les mesures, ce qui nous a permis dans la suite de calculer $\Delta P'$ à partir d'une seule mesure faite dans la section de 80 cm.

La *figure 20* montre le micromanomètre utilisé dans nos installations. Sur la *figure 21* sont représentés deux des trois corps fuselés de révolution utilisés dans nos expériences.

Première série d'expériences.

Dans cette première série d'expériences, la répartition des vitesses à l'entrée du diffuseur est sensiblement uniforme.

Les résultats de mesures de répartitions de vitesses sont rassemblés dans le tableau XIII.

Sur la *figure 22* nous représentons la courbe de cette répartition des vitesses.

Les résultats de mesures et de calculs du rendement du diffuseur en fonction de la distance Z sont rassemblés dans le tableau XIV.

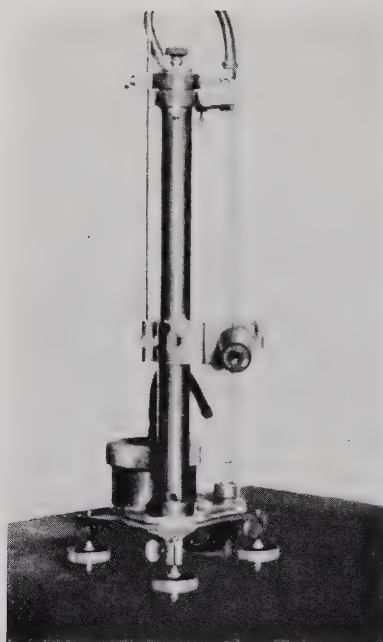


Fig. 20. — Micromanomètre

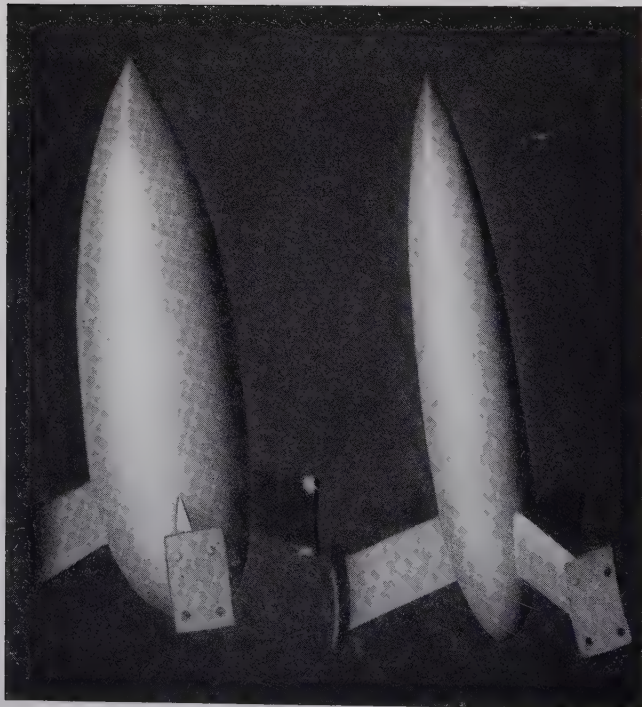


Fig. 21. — Corps fuselés de révolution n° 1 et n° 2

TABLEAU XIII

$r_1 = R - y$	$\frac{\rho}{1}$	u_1	ru_1	ru_1^3
(m)	(m)	m/s		
0,195	0,005	51,8	10,1	27 130
0,19	0,01	52,4	9,95	27 300
0,18	0,02	52,35	9,42	25 800
0,15	0,05	52	7,8	21 040
0,1	0,1	51,8	5,18	13 900
0,05	0,15	51,6	2,58	6 850
0,001	0,199	51,4	0,054	142,5

Q	S_1	U_1	$\int_{r_1}^{R_1} r_1 u_1^3 dr$	α_1	K_1
(m ² /s)	(m ²)	(m/s)			
6,500	0,1256	51,75	2 820	$\frac{5,640}{5,543} = 1,0174$	$\frac{51,4}{51,75} = 0,994$

TABLEAU XIV

$$S_0 = 0,5024, \quad P_{atm} = 755 \text{ mm Hg}, \quad \alpha_0 = 1,042, \quad K_0 = 1,16;$$

$$S_1 = 0,1256, \quad t^0 = 23^{\circ}, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,06, \quad \alpha_1 = 1,0174, \quad K_1 = 0,994.$$

L'indice (0) indique la section de 80 cm de diamètre

L'indice (1) indique la section d'aire minimum de diamètre

$$D_1 = 40 \text{ cm}$$

Z	$h_0 \text{ dyn}$	u_0	$\frac{u_0}{K_0} = U_0$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2$	$h_0 \text{ stat}$	$h_0 \text{ tot}$	$h_1 \text{ dyn}$
(cm)	(mm)	(m/s)	(m/s)		(mm)	(mm)	(mm)
6,5	10,92	13,4	11,55	8,43	56,7	65,13	157,3
7,5	10,85	13,38	11,50	8,36	50,6	58,96	157,5
10	9,88	12,75	11,00	7,62	62,4	70,02	150,7
15	9,92	12,80	11,03	7,65	83,8	91,45	128

Z	u_1	$\frac{u_1}{K_1} = U_1$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	$\eta_{pr} = \frac{\Delta P_t}{\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2}$
(cm)	(m/s)	(m/s)			(%)
6,5	50,8	51,15	0,0616	161	$1 - \frac{63,35}{161} = 60,7$
7,5	50,85	51,2	0,0616	161,2	$1 - \frac{57,18}{161,2} = 64,5$
10	49,8	50,2	0,0616	154,8	$1 - \frac{68,28}{154,8} = 55,85$
15	45,8	46,15	0,0616	131	$1 - \frac{90}{131} = 31,25$

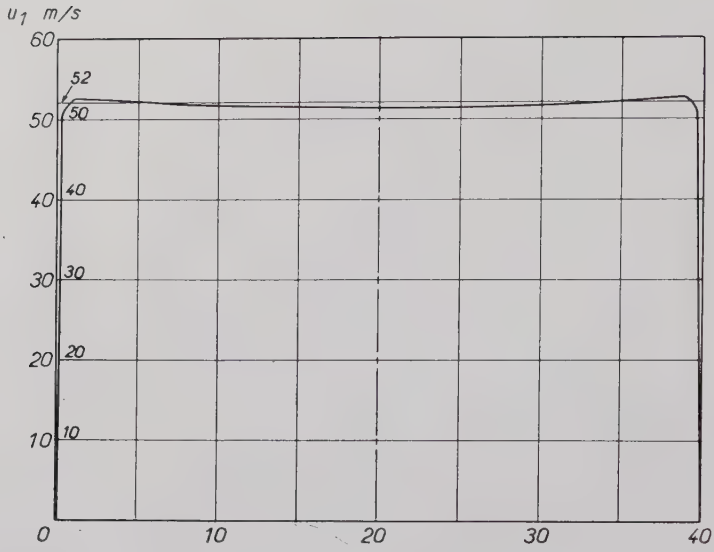


Fig. 22. — Courbe de répartition des vitesses à l'entrée du diffuseur $D_1 = 40$ cm

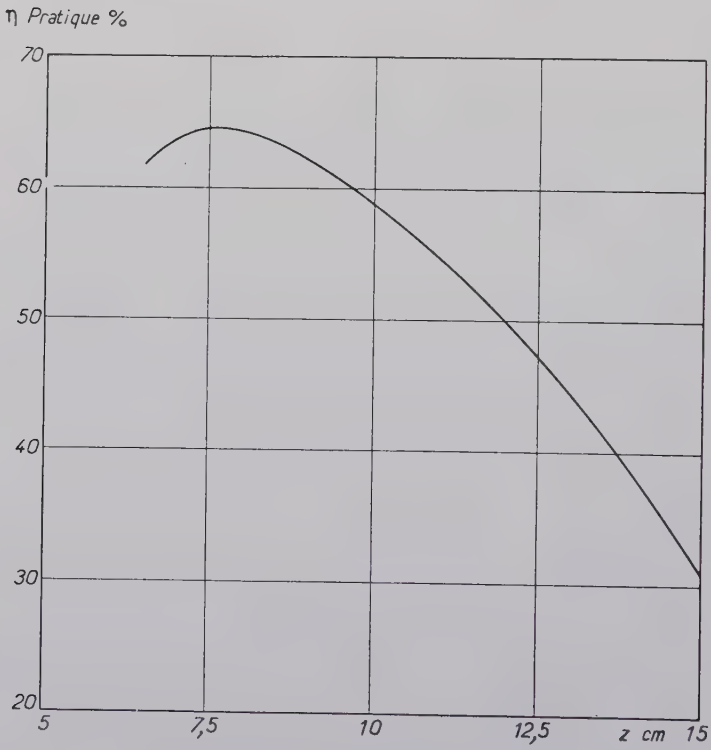


Fig. 23. — Courbe du rendement pratique en % en fonction de la distance Z en cm de la plaque à l'extrémité aval du tuyau évasé

La courbe du rendement en fonction de Z est représentée sur la *figure 23*.

Deuxième série d'expériences.

Pour rejeter le maximum des vitesses sur la paroi, nous avons introduit le corps fuselé de révolution au centre du tuyau cylindrique de 40 cm de diamètre à l'amont



Fig. 24. — Corps fuselé de révolution n° 1



Fig. 25. — Corps fuselé de révolution n° 2

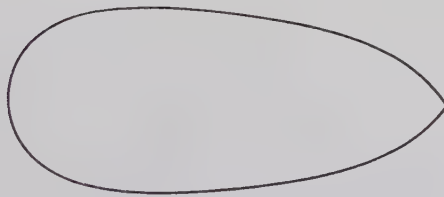


Fig. 26. — Corps fuselé de révolution n° 3

du diffuseur. Trois ailettes faisant entre elles un angle de $\frac{2\pi}{3}$ l'attachent à l'extrémité aval du convergent (*fig. 20*). Il a les dimensions suivantes :

X (mm)	2,6	18,4	32	68	87,4	158	200	280
Diamètre D' (mm)	19,3	40,6	59,9	83,8	94	114,7	120	120
X (mm)	320	354	442	542,4	582,4	664,4	700	
Diamètre D' (mm)	120	118	116,3	82,3	68,1	30	0	

Il est représenté sur la *figure 24*.

Les résultats de mesures de répartition des vitesses dans les sections de 80 cm = D_0 et 40 cm = D_1 figurent dans le tableau XV.

TABLEAU XV

$$P_{\text{atm}} = 755 \text{ mm Hg}, \quad t^0 = 15^{\circ}, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,02$$

$r = R - y$	y	$h_{0 \text{ dyn}}$	U_0	ru_0	ru_0^3
(m)	(m)	(mm)	(m/s)		
0,196	0,004	119,7	44,0	8,65	16 700
0,191	0,009	128,8	45,6	8,70	18 050
0,181	0,019	140,1	47,6	8,61	19 450
0,161	0,039	141,2	47,75	7,69	17 500
0,141	0,059	138,5	47,3	6,78	14 870
0,121	0,079	135,2	46,75	5,66	12 320
0,101	0,099	135,2	46,75	4,725	10 750
0,081	0,119	134,3	46,60	3,77	8 165
0,071	0,129	125,4	45,0	3,92	6 460
0,061	0,139	98,75	39,8	2,425	3 840

$r_1 = R - y_1$	y_1	$h_{1 \text{ dyn}}$	u_1	ru_1	ru_1^3
(m)	(m)	(mm)	(m/s)		
Cylindrique $D_0 = 80 \text{ cm}$					
0,396	0,005	3,16	7,16	3,835	145,2
0,39	0,01	4,54	8,58	3,345	246,0
0,35	0,05	5,59	9,52	3,33	302,5
0,3	0,1	5,75	9,67	2,901	272
0,2	0,2	5,97	9,81	1,962	189,75
0,1	0,3	6,34	10,17	1,017	113
0,001	0,399	7,62	11,12	0,01112	1,375

SECTION	Q	S	U	U^3	R^2	$\int_{R-R'}^R u_1^3 r dr$	α	K
	(m ² /s)	(m ²)	(m/s)		(m ²)			
(0)	4,815	0,5024	9,57	880	0,16	73,28	$\frac{146,56}{140,6} = \underline{\underline{1,042}}$	$\frac{11,12}{9,57} = \underline{\underline{1,164}}$
(1)	5,275	0,1143	46,15	98 300	0,0364	1 825	$\frac{3,650}{3,578} = \underline{\underline{1,02}}$	<u>1,02</u>

R' = rayon du corps fuselé de révolution.

La courbe de répartition des vitesses dans la section d'aire minimum à l'amont du diffuseur est représentée sur la *figure 27*.

Les résultats de l'étude du rendement en fonction de Z figurent dans le tableau XVI.

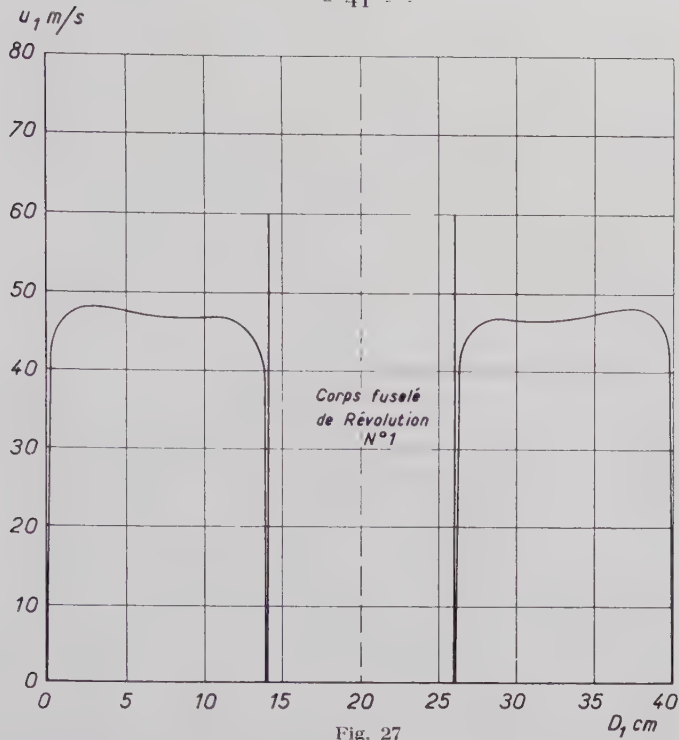


Fig. 27
Courbe de répartition des vitesses dans la section d'aire minimum à l'amont du diffuseur

TABLEAU XVI

$P_{\text{atm}} = 759 \text{ mm Hg}$, $t^0 = 27^\circ$, $\sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,09$;
 $\alpha_0 = 1,042$, $K_0 = 1,164$, $S_0 = 0,5024$; $\alpha_1 = 1,02$, $K_1 = 1,02$, $S_1 = 0,1143$

Z	$h_{0 \text{ dyn}}$	u_0	$\frac{u_0}{K_0} = U_0$	$\alpha_0 \rho U_0^2$	$h_{0 \text{ stat}}$	$h_{0 \text{ tot}}$	$h_{1 \text{ dyn}}$
(cm)	(mm)	(m/s)	(m/s)		(mm)	(mm)	(mm)
6,5	10,85	13,49	11,58	8,36	64,6	72,96	186,25
7,5	10,85	13,49	11,58	8,36	59,9	68,26	187,9
10	10,29	13,12	11,27	7,93	69,6	77,53	176,5
15	8,59	12	10,3	6,61	87,5	94,11	149

Z	u_1	$\frac{u_1}{K_1} = U_1$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	η_{pr}
(cm)	(m/s)	m/s			(%)
6,5	55,85	54,75	0,061	183	$1 - \frac{70,97}{183} = 61,2$
7,5	56	55	0,061	184,6	$1 - \frac{68,05}{184,6} = 63,1$
10	54,35	53,25	0,061	173,2	$1 - \frac{75,64}{173,2} = 56,3$
15	50	49	0,061	146,5	$1 - \frac{72,5}{146,5} = 36,85$

La courbe du rendement en fonction de Z est représentée sur la figure 28.

Troisième série d'expériences.

De l'installation représentée sur la *figure 18*, nous avons supprimé un tronçon de 40 cm de longueur des tuyaux cylindriques de 40 cm de diamètre situés entre le convergent et le diffuseur. Le reste de l'installation reste le même.

La distance entre le convergent et le diffuseur est réduite à 60 cm.

Les résultats des expériences sont rassemblés dans le tableau XVII.

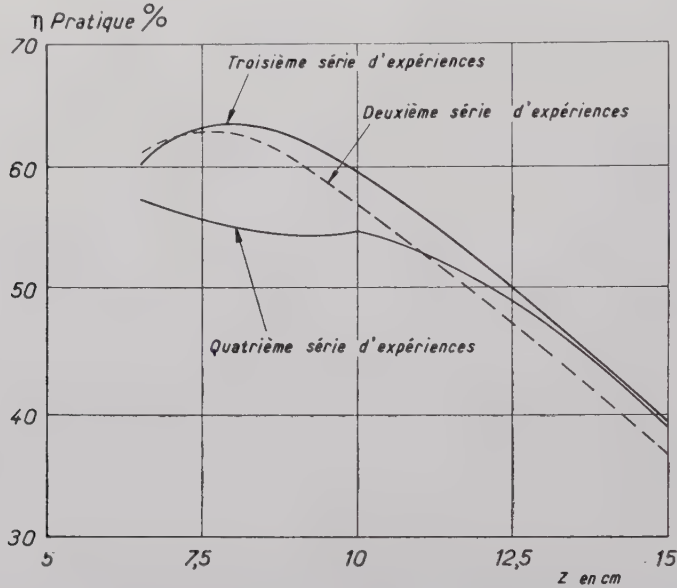


Fig. 28. — Courbe de rendement pratique en % en fonction de la distance Z en cm de la plaque à l'extrémité aval du tuyau évasé

TABLEAU XVII

$$\alpha_0 = 1,042, \quad K_0 = 1,164, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,09; \quad \alpha_1 = 1,02, \quad K_1 = 1,02$$

Z	h_{dyn}	u_0	$\frac{u_0}{K_0} = U_0$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2$	h_{stat}	h_{tot}
(cm)	(mm)	(m/s)	(m/s)			(mm)	(mm)
6,5	10,44	13,22	11,35	0,0624	8,04	65,85	73,89
7,5	10,78	13,42	11,52	0,0624	8,27	61,35	69,62
10	10,37	13,17	11,3	0,0624	7,74	67,6	75,34
15	8,3	11,78	10,11	0,0624	6,36	86,75	93,11

Z	h_{dyn}	u_1	$\frac{u_1}{K_1} = U_1$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	$\Delta P'$	η_{pr}
(cm)	(mm)	(m/s)	(m/s)			(%)
6,5	183	55,3	54,25	180	71,93	60,1
7,5	189,5	56,25	55,1	185,5	67,6	63,55
10	178	54,55	54,5	181	73,37	59,5
15	154	50,72	50,72	151,5	91,47	39,6

La courbe du rendement en fonction de la distance Z est représentée sur la *figure 28*.

Quatrième série d'expériences.

Nous avons encore supprimé un autre tronçon de 20 cm de longueur, ce qui réduit la distance entre le convergent et le diffuseur à 40 cm.

Les résultats des expériences sont rassemblés dans le tableau XVIII.

TABLEAU XVIII

$$S_0 = 0,5024, \quad P_{atm} = 759 \text{ mm Hg}, \quad \alpha_0 = 1,042, \quad K_0 = 1,164;$$

$$S_1 = 0,1143, \quad t^0 = 27^0, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,09, \quad \alpha_1 = 1,02, \quad K_1 = 1,02$$

Z	$h_0 \text{ dyn}$	u_0	$\frac{u_0}{K_0} = U_0$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2$	$h_0 \text{ stat}$	$h_0 \text{ tot}$
(cm)	(mm)	(m/s)	(m/s)			(mm)	(mm)
6,5	9,4	12,54	10,78	0,0624	7,24	68,8	76,04
7,5	9,89	12,86	11,03	0,0624	7,6	77,15	84,75
10	9,23	12,42	10,68	0,0624	7,11	72,1	79,21
15	8,02	11,59	9,96	0,0624	6,18	87,65	93,83

Z	$h_1 \text{ dyn}$	u_1	U_1	$\alpha_1 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	$\Delta P'$	η_{pr}
(cm)	(mm)	(m/s)	(m/s)				(%)
6,5	178	54,5	53,45	0,061	174	74,15	57,35
7,5	186,2	55,8	54,75	0,061	183	82,77	54,75
10	175	54,1	53	0,061	171,5	77,36	54,9
15	155,52	50,9	49,9	0,061	152	92,19	39,35

La courbe du rendement pratique en fonction de Z est représentée sur la figure 28.

Cinquième série d'expériences.

Dans cette série d'expériences, nous avons remplacé le corps fuselé de révolution précédent par un autre corps fuselé que nous désignons par le numéro 2.

L'installation utilisée est représentée sur la figure 18.

Les dimensions du corps fuselé de révolution n° 2 sont les suivantes :

X (mm)	7	30	55	92,5	136	191,5	300
Diamètre D' (mm)	61	101,7	135	165	185	199	199

X (mm)	338	400	470	550	600	656	691,5
Diamètre D' (mm)	195,5	183,5	163	129	96	49	0

Le corps fuselé de révolution est représenté sur la figure 25.

Dans le tableau XIX sont rassemblés les résultats de mesures de répartition des vitesses dans les deux sections de 40 cm et de 80 cm.

Les mesures des pressions dans la section (1) se font entre la partie cylindrique du corps et la paroi et, dans ces cas, $R - R' = 20 - 9,95 = 10,05$ cm.

TABLEAU XIX

$r = R - y$	y	h_{dyn}	u	ru	ru^3	
(m)	(m)	(mm eau)	(m/s)			
Section (1) $D_1 = 40$ cm						
0,195	0,005	184	54,4	10,62	31 600	
0,19	0,01	203,5	57,3	10,89	35 750	
0,18	0,02	243,3	63	11,33	45 000	
0,17	0,03	257,5	64,6	10,98	45 900	
0,16	0,04	257,5	64,6	10,32	43 225	
0,14	0,06	262	65,1	9,11	38 620	
0,13	0,07	263,4	65,25	8,48	36 150	
0,12	0,08	265	65,5	7,86	33 725	
0,11	0,09	267,5	65,8	7,24	31 375	
0,105	0,095	259	64,7	6,8	28 450	
0,102	0,098	259	64,7	6,6	27 650	
Section (0) $D_0 = 80$ cm						
0,395	0,005	5,26	9,21	3,64	308,5	
0,39	0,01	6,48	10,23	3,99	417,5	
0,38	0,02	7,86	11,25	4,28	541	
0,35	0,05	7,94	11,4	3,99	518,5	
0,325	0,075	7,94	11,4	3,7	481,5	
0,3	0,10	8,1	11,43	3,43	448,5	
0,2	0,2	8,37	10,91	3,182	260	
0,1	0,3	8,1	11,43	1,143	149,5	
0,001	0,399	9	12,05	0,012	1,75	
	Q	S	U	$\int u^3 r dr$	α	K
	(m ³ /s)	(m ²)	(m/s)			
Section (0)	5,600	0,5024	11,15	115,5	1,042	1,08
Section (1)	5,898	0,09456	62,37	3 770	1,032	1,04

La courbe de répartition des vitesses dans la section (1) d'aire minimum est représentée sur la *figure 29*.

Les résultats de mesures de ces expériences sont rassemblés dans le tableau XX.

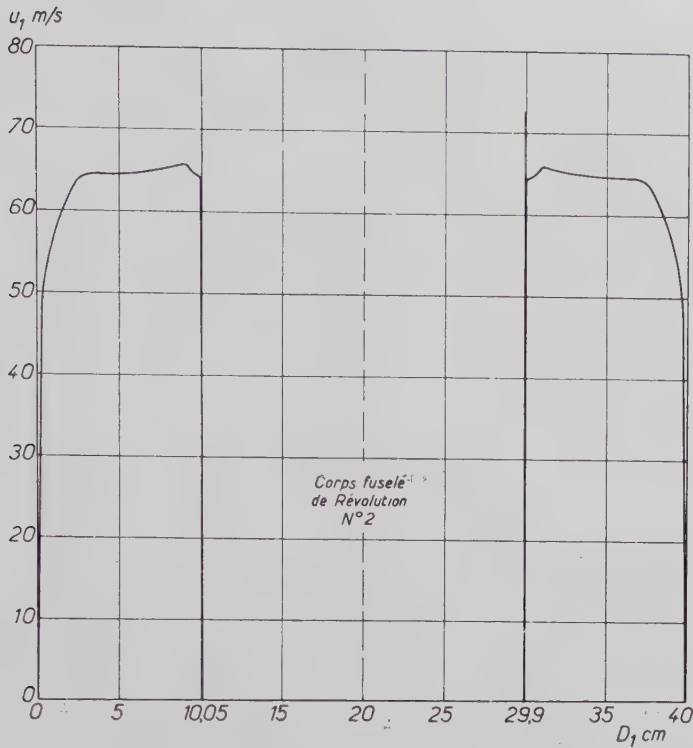


Fig. 29. — Courbe de répartition des vitesses
dans la section d'aire minimum à l'amont du diffuseur

TABLEAU XX

$$S_0 = 0,5024, \quad P_{\text{atm}} = 756 \text{ mm Hg}, \quad \alpha_0 = 1,042, \quad K_0 = 1,08;$$

$$S_1 = 0,09456, \quad t^0 = 22^\circ, \quad \sqrt{\frac{\rho}{2}} = 4,06, \quad \alpha_1 = 1,032, \quad K_1 = 1,04$$

Z	$h_0 \text{ dyn}$	u_0	U_0	$\alpha_0 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2$	$h_0 \text{ stat}$	$h_0 \text{ tot}$
(cm)	(mm)	(m/s)	(m/s)			(mm)	(mm)
6,5	9,88	12,77	11,81	0,063	8,81	71	79,81
7,5	9,96	12,81	11,86	0,063	8,85	67,15	78
10	9,24	12,35	11,43	0,063	8,25	74,6	82,85
15	8,1	11,55	10,69	0,063	7,2	90,4	97,6

Z	$h_1 \text{ dyn}$	u_1	U_1	$\alpha_1 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	$\Delta P'$	η_{pr}
(cm)	(mm)	(m/s)	(m/s)				(%)
6,5	255	64,9	62,3	0,0623	242	77,21	68,1
7,5	263,5	65,95	63,4	0,0623	250	75,33	69,9
10	248,5	64	61,6	0,0623	236,5	80,32	66,1
15	214,6	59,5	57,15	0,0623	203,5	95,42	53,1

Les variations du rendement pratique en fonction de la distance Z sont représentées sur la *figure 30*.

Sixième série d'expériences.

Nous avons supprimé pour ces expériences un tronçon de 40 cm de longueur des tuyaux cylindriques de 40 cm de diamètre situé entre le convergent et le diffuseur. La distance entre le convergent et le diffuseur est réduite alors à 60 cm au lieu de 100 cm (voir *fig. 18*).

Les résultats des mesures sont rassemblés dans le tableau XXI.

TABLEAU XXI

$$S_0 = 0,5024, \quad P_{atm} = 760, \quad \alpha_0 = 1,042, \quad K_0 = 1,08;$$

$$S_1 = 0,09456, \quad t^0 = 24^0, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,063, \quad \alpha_1 = 1,032, \quad K_1 = 1,04$$

Z	$h_0 \text{ dyn}$	u_0	U_0	$\alpha_0 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2$	$h_0 \text{ stat}$	$h_0 \text{ tot}$
(cm)	(mm)	(m/s)	(m/s)			(mm)	(mm)
6,5	9,32	12,41	11,49	0,063	8,31	75,75	84,06
7,5	9,64	12,63	11,7	0,063	8,61	72,85	81,46
10	9,32	12,41	11,49	0,063	8,31	78,15	86,46
15	8,1	11,57	10,71	0,063	7,21	91,29	98,5

Z	$h_1 \text{ dyn}$	u_1	U_1	$\alpha_1 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	$\Delta P'$	η_{pr}
(cm)	(mm)	(m/s)	(m/s)				(%)
6,5	246,2	64	61,5	0,622	236	81,54	65,4
7,5	253,5	64,75	62,25	0,622	241	78,88	67,3
10	242,8	63,5	61	0,622	232	83,96	63,85
15	213	59,4	57,1	0,622	203	96,33	52,55

La courbe des variations du rendement pratique en fonction de la distance Z est représentée sur la *figure 30*.

Septième série d'expériences.

Nous avons supprimé pour ces expériences un autre tronçon de 40 cm de diamètre et de 20 cm de longueur, ce qui réduit la distance entre le convergent et le diffuseur à 40 cm au lieu de 100 cm (*fig. 18*).

Les résultats des mesures sont rassemblés dans le tableau XXII.

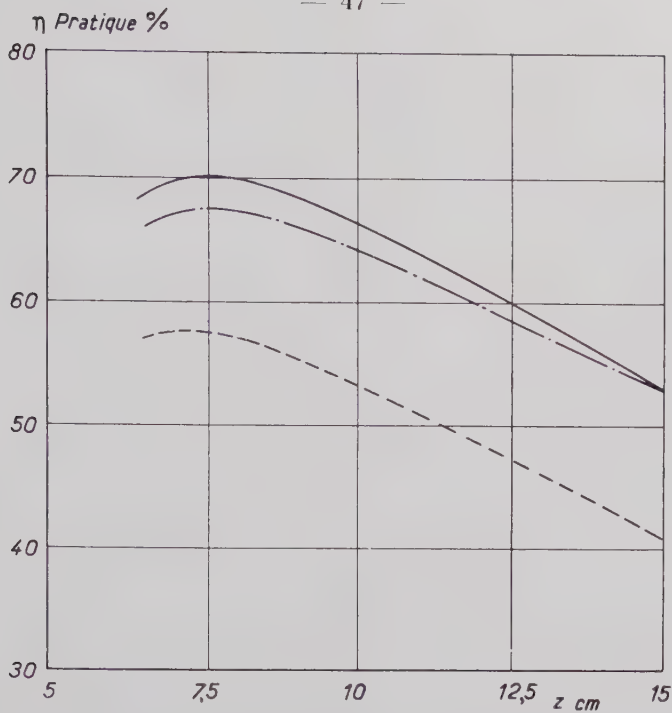


Fig. 30. — Courbes du rendement pratique en fonction de la distance Z en cm de la plaque à l'extrémité aval du tuyau évasé

———— : cinquième série d'expériences; — — — — : sixième série d'expériences;
 - - - - : septième série d'expériences

TABLEAU XXII

$$S_0 = 0,5024, \quad P_{atm} = 758 \text{ mm Hg}, \quad \alpha_0 = 1,042, \quad K_0 = 1,08;$$

$$S_1 = 0,09456, \quad t^o = 25^o, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,08, \quad \alpha_1 = 1,032, \quad K_1 = 1,04$$

Z	$h_{e \text{ dyn}}$	u_0	U_0	$\alpha_0 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2$	$h_{e \text{ stat}}$	$h_{e \text{ tot}}$
(cm)	(mm)	(m/s)	(m/s)			(mm)	(mm)
6,5	8,585	11,93	11,05	0,063	7,69	90	97,69
7,5	8,26	11,72	10,85	0,063	7,73	87,6	95,33
10	7,78	11,38	10,525	0,063	6,96	90,75	97,71
15	6,72	10,59	9,8	0,063	6,04	101,4	107,44

Z	$h_1 \text{ dyn}$	u_1	U_1	$\alpha_1 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_0^2$	$\Delta P'$	η_{pr}
(cm)	(mm)	(m/s)	(m/s)				(%)
6,5	230,08	62	59,55	0,062	221,5	95,32	57
7,5	227,9	61,6	59,25	0,062	218,5	93	57,42
10	213	59,55	57,25	0,062	204	95,52	53,1
15	185,5	55,6	53,5	0,062	178	105,54	40,75

La courbe des variations du rendement en fonction de Z est représentée sur la figure 30.

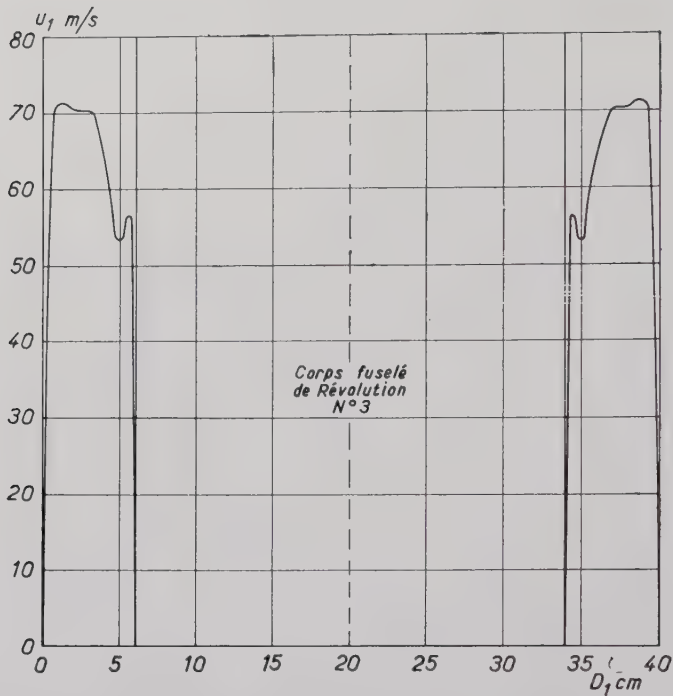


Fig. 31. — Courbe de répartition des vitesses
dans la section d'aire minimum à l'amont du diffuseur

Huitième série d'expériences.

Nous remplaçons dans cette série d'expériences le corps fuselé de révolution n° 2 par un autre corps fuselé de révolution que nous désignons par le numéro 3, prévu de manière à rejeter encore plus le maximum de vitesse vers la paroi. Il est placé comme les deux précédents au centre des tuyaux cylindriques de diamètre $D_1 = 40$ cm, et est attaché à l'extrémité aval du convergent. L'installation est représentée sur la *figure 18*.

Les dimensions du corps fuselé de révolution n° 3 sont données ci-dessous :

X (mm)	11	30	64	117	189	302	320
Diamètre D' (mm)	106	155	211	259	278,5	279	277
X (mm)	415	452	536	579	627	663	693
Diamètre D' (mm)	254	237,7	199,8	162,5	114	63	0

Il est représenté sur la *figure 26*.

Les résultats de mesures de répartition des vitesses sont rassemblés dans le tableau XXIII.

La distance entre la partie cylindrique du corps fuselé de révolution et la paroi est de 6,05 cm.

TABLEAU XXIII

$P_{atm} = 762,5 \text{ mm Hg}, \quad t^o = 25^o, \quad \rho = 0,1215$

$r = R - y$	y	h_{dyn}	u	ru	ru^3	
(m)	(m)	(mm eau)	(m/s)			
Section (1) $D_1 = 40 \text{ cm}$						
0,1955	0,0045	259	65,4	12,79	54 750	
0,1895	0,0105	308	71,25	13,6	68 600	
0,1795	0,0205	300	70,3	12,6	62 600	
0,1695	0,0305	300	70,3	11,9	59 100	
0,1645	0,0355	283	69,3	11,23	52 650	
0,1595	0,0405	243	63,35	10,1	40 500	
0,1545	0,0455	183	55	8,61	26 800	
0,1495	0,0505	170	53	7,925	22 800	
0,1465	0,0535	183	55	8,06	24 400	
0,1445	0,0555	194,3	56,6	8,175	26 300	
Section (0) $D_0 = 40 \text{ cm}$						
0,395	0,005	2,17	5,58	2,21	68,6	
0,39	0,01	2,67	6,64	2,59	11,41	
0,38	0,02	3,32	7,4	2,81	152,1	
0,35	0,05	3,81	7,92	2,775	174	
0,3	0,1	3,97	8,08	2,424	158,2	
0,2	0,2	4,3	8,42	1,684	119,8	
0,1	0,3	5,1	9,17	0,917	77,2	
0,001	0,399	5,91	9,87	0,0098	0,98	
	Q	S	U	$\int ru^3 dr$	α	K
	(m ³ /s)	(m ³)	(m/s)			
Section (0)	4,055	0,5024	8,065	43,86	1,043	1,223
Section (1)	4,162	0,0645	64,35	2 957,2	1,0716	1,092

La courbe de répartition des vitesses dans la section d'aire minimum (1) est représentée sur la *figure 31*.

Les mesures des expériences sont rassemblées dans le tableau XXIV.

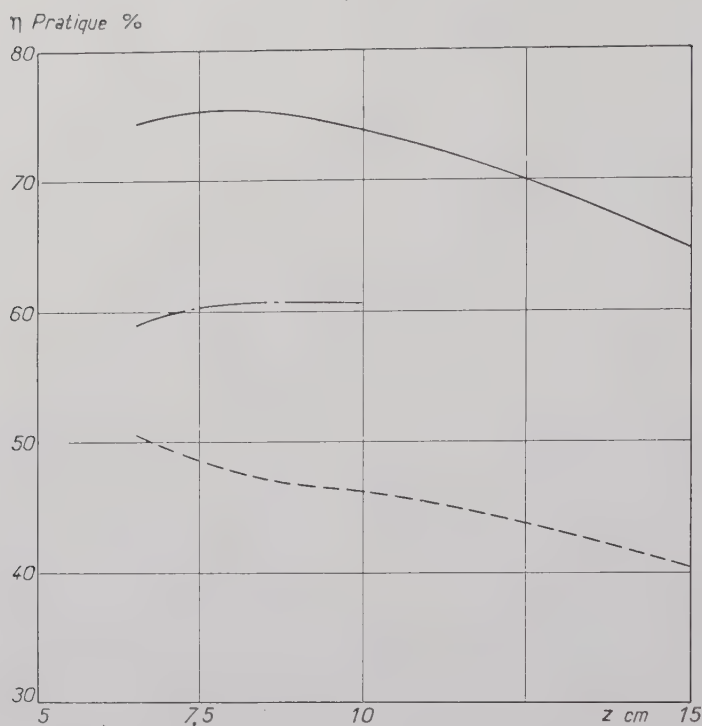


Fig. 32. — Courbe de rendement pratique en % en fonction de la distance Z en cm entre la plaque et l'extrémité aval du tuyau évasé

: huitième série d'expériences; — — — : neuvième série d'expériences;
: dixième série d'expériences

TABLEAU XXIV

$$S_0 = 0,5024, \quad P_{atm} = 756 \text{ mm Hg}, \quad \alpha_0 = 1,042, \quad K_0 = 1,223;$$

$$S_1 = 0,0645, \quad t^o = 22^o, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,06, \quad \alpha_1 = 1,071, \quad K_1 = 1,092$$

Z	$h_{o \text{ dyn}}$	u_0	U_0	$\alpha_0 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2$	$h_{o \text{ stat}}$	$h_{o \text{ tot}}$
(cm)	(mm)	(m/s)	(m/s)			(mm)	(mm)
6,5	7,29	10,96	8,95	0,0631	5,05	98,5	103,55
7,5	7,29	10,96	8,95	0,0631	5,05	95,4	100,45
10	7,18	10,88	8,89	0,0631	4,98	98,1	103,08
15	6,48	10,33	8,45	0,0631	4,62	105,7	110,32

Z	$h_1 \text{ dyn}$	u_1	U_1	$\alpha_1 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	$\Delta P'$	η_{pr}
(cm)	(mm)	(m/s)	(m/s)				(%)
6,5	439,5	85,1	77,9	0,0647	391	99,54	74,5
7,5	442	85,4	78	0,0647	394	96,41	75,55
10	429	84,1	77	0,0647	383	99,15	74,1
15	384,5	75,75	69,3	0,0647	310	107,12	65,43

La courbe du rendement en fonction de la distance Z est représentée sur la *figure 32*.

Neuvième série d'expériences.

Nous avons supprimé pour ces expériences un tronçon de 40 cm de diamètre et de 40 cm de longueur, ce qui réduit la distance entre le convergent et le diffuseur à 60 cm au lieu de 100 cm indiqué sur la *figure 18*. Le reste de l'installation reste le même.

Les résultats de mesures sont rassemblés dans le tableau XXV.

TABLEAU XXV

$$S_0 = 0,5024, \quad P_{atm} = 762,5 \text{ mm Hg}, \quad \alpha_0 = 1,042, \quad K_0 = 1,223;$$

$$S_1 = 0,0645, \quad t^o = 25^o, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,063, \quad \alpha_1 = 1,071, \quad K_1 = 1,092$$

Z	$h_o \text{ dyn}$	u_0	U_0	$\alpha_0 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2$	$h_o \text{ stat}$	$h_o \text{ tot}$
(cm)	(mm)	(m/s)	(m/s)			(mm)	(mm)
6,5	5,75	9,75	7,965	0,0631	3,99	111,	114,99
7,5	6,075	10,02	8,34	0,0631	4,38	109,3	113,68
10	6,32	10,22	8,36	0,0631	4,42	109	113,42
15	5,91	9,9	8,09	0,0631	4,11		

Z	$h_1 \text{ dyn}$	u_1	U_1	$\alpha_1 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	$\Delta P'$	η_{pr}
(cm)	(mm)	(m/s)	(m/s)				(%)
6,5	301,5	70,65	64,7	0,0647	271	112,2	58,6
7,5	312	71,9	65,75	0,0647	280	110,8	60,42
10	312	71,9	65,75	0,0647	280	110,53	60,5
15	283,5	68,5	62,5	0,0647			

La courbe du rendement en fonction de la distance Z est représentée sur la *figure 32*.

Dixième série d'expériences.

Nous avons supprimé encore pour ces expériences un autre tronçon de 40 cm de diamètre et de 20 cm de longueur, ce qui ramène la distance entre le convergent et le diffuseur à 40 cm au lieu de 100, comme l'indique la *figure 18*. Le reste de l'installation ne change pas.

Les résultats expérimentaux sont rassemblés dans le tableau XXVI.

TABLEAU XXVI

$$S_0 = 0,5024, \quad P_{\text{atm}} = 762 \text{ mm Hg}, \quad \alpha_0 = 1,042, \quad K_0 = 1,223;$$

$$S_1 = 0,0645, \quad t^0 = 26^\circ, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,07, \quad \alpha_1 = 1,071, \quad K_1 = 1,092$$

Z	$h_0 \text{ dyn}$	u_0	U_0	$\alpha_0 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2$	$h_0 \text{ stat}$	$h_0 \text{ tot}$
(cm)	(mm)	(m/s)	(m/s)			(mm)	(mm)
6,5	5,51	9,57	7,82	0,0631	3,85	121,4	125,25
7,5	5,26	9,37	7,635	0,0631	3,66	120,3	123,96
10	5,02	9,13	7,46	0,0631	3,51	123	126,51
15	5,02	9,13	7,46	0,0631	3,51	125	128,51

Z	$h_1 \text{ dyn}$	u_1	U_1	$\alpha_1 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	$\Delta P'$	η_{pr}
(cm)	(mm)	(m/s)	(m/s)				(%)
6,5	266,6	66,5	60,8	0,0646	239	118,79	50,3
7,5	270,2	67	61,3	0,0646	235	121,54	48,3
10	257,5	65,35	59,75	0,0646	230	124,14	46
15	237,2	62,8	57,5	0,0646	213	126,31	40,6

La courbe du rendement en fonction de la distance Z est représentée sur la figure 32.

CONCLUSION

Les résultats précédents nous montrent l'importance considérable de la répartition des vitesses dans la section d'aire minimum à l'amont du diffuseur court de révolution sur son rendement.

Le rendement maximum de 44,15 % obtenu avec le diffuseur n° 6 ($\frac{D_2}{D_1} = 3$ $R_c = \frac{D_1}{2}$), la répartition des vitesses étant la répartition d'équilibre d'une canalisation cylindrique longue, est passé de 44,15 % à 64,5 %, soit une augmentation de 46,2 %, cela pour une répartition des vitesses sensiblement uniforme à l'amont du diffuseur court de révolution.

En comparant notre diffuseur avec celui de WHITE n° 2 (généralités), nous trouvons que malgré un rapport plus petit des sections d'entrée et de sortie et une hauteur inférieure de 20 %, nos rendements se rapprochent :

	$\frac{D_2}{D_1}$	RAYON DE COURBURE	Z	$\eta_{\text{pr max}}$
				(%)
Diffuseur WHITE n° 2	4,5	0,69 D_1	0,126	68,8
Première série d'expériences	3	0,5 D_1	0,375	64,5

Sur la *figure 33*, nous avons représenté le rendement maximum obtenu dans ce chapitre avec les trois corps fuselés de révolution nos 1, 2 et 3 en fonction de $\frac{Z}{R_1}$; nous trouvons qu'en rejetant le maximum des vitesses vers la paroi, nous obtenons des rendements encore meilleurs qu'avec une répartition des vitesses sensiblement uniforme. Le rendement atteint la valeur de 75,5 %, ces résultats se rapprochant beaucoup de ceux obtenus avec le diffuseur conique.

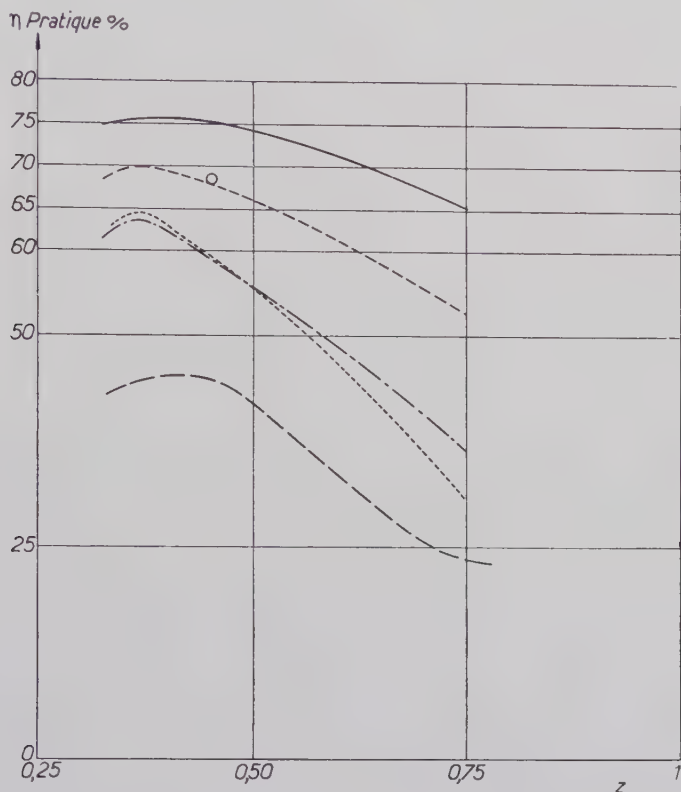


Fig. 33. — Rendement maximum pratique obtenu avec les corps fuselés de révolution nos 1, 2, 3 et avec convergent uniquement à l'entrée du diffuseur en fonction de la distance Z en cm entre la plaque et l'extrémité aval du tuyau évasé

- : huitième série d'expériences (corps fuselé n° 3)
- - - : cinquième série d'expériences (corps fuselé n° 2)
- · - · : deuxième série d'expériences (corps fuselé n° 1)
- - - : première série d'expériences (répartition uniforme)
- · - · : diffuseur n° 6, page 28 (répartition d'équilibre de canalisation cylindrique longue $K = 1,22$ $U_{\max}$ pour $R = 0$)
- : rendement obtenu par WHITE avec $\frac{D_2}{D_1} = 4,5$, $R_0 = 0,69 D_1$

Quand nous avons supprimé les deux tronçons de 40 cm de diamètre et de 40 cm et 20 cm de longueur, ou l'un d'eux seulement, le rendement a diminué.

Cela montre que pour obtenir un bon rendement, il faut que la section d'entrée du tuyau évasé soit au moins à un diamètre de l'extrémité du corps fuselé de révolution.

CHAPITRE IV

ÉTUDE DE L'INFLUENCE DE LA ROTATION

Dans le chapitre précédent, nous avons étudié l'influence de la répartition des vitesses sur le rendement du diffuseur court de révolution; nous étudierons ici le cas où le fluide est animé d'un mouvement de rotation à l'amont du diffuseur et nous étudierons l'influence de cette rotation sur le rendement du diffuseur court de révolution.

L'installation utilisée est la même que dans le chapitre précédent (*fig. 18 et 19*).

Quinze pales, pour chaque corps fuselé de révolution, sont prévues de manière à animer le fluide d'une forte rotation sous forme de Vortex. Pour mesurer l'angle d'inclinaison de la vitesse et les pressions nous avons utilisé la sonde représentée sur les *figures 34 et 35*.

L'angle d'inclinaison de la vitesse est mesuré par l'intermédiaire de deux tubes A-B, reliés à un manomètre différentiel. Pour déterminer cette rotation nous faisons tourner la sonde autour de son axe et quand la différence de pression lue au manomètre est nulle, nous lisons la valeur de l'angle θ sur un cercle gradué monté sur cette sonde. La lecture au micromanomètre relié à la branche (C) de la sonde nous fournit la pression totale.

La pression statique est mesurée à l'aide d'un tube de Pitot statique disposé de manière à faire le même angle θ avec l'axe du diffuseur.

La différence entre les pressions totales et statiques nous fournit la pression dynamique, d'où la vitesse.

Le calcul de la perte de charges et du rendement se fait d'après les formules (15) et (21); la pression totale à la sortie des pales est la perte de charges à l'aval de la section (1).

$$(15) \quad P_t = \frac{2\pi}{Q} \int_0^R \left(p + \rho \frac{u_1^2}{2} \right) u_{1x} r dr$$

et :

$$(21) \quad \eta_{pr} = 1 - \frac{P_t}{\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2}.$$

Le débit Q et le coefficient d'énergie cinétique α seront calculés d'après les formules (16) et (17).

Onzième série d'expériences.

Les mesures dans la section (1) de 40 cm de diamètre sont faites à 21 cm à l'aval du convergent et à 3 cm à l'aval des pales. Le corps fuselé de révolution utilisé est celui qui porte le n° 1 (*fig. 24*); ses dimensions figurent page 39.

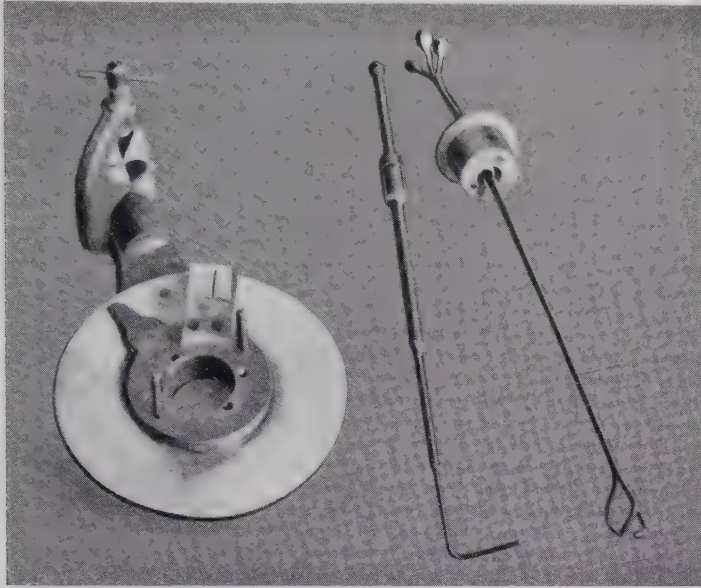


Fig. 34. — *A droite* : la sonde totale sur ses branches *a*, *b* et *c*
Au milieu : la sonde statique. *A gauche* : le cercle gradué

Les résultats de mesures pour la détermination des coefficients α_1 , K_1 et P_t sont rassemblés dans le tableau XXVII.

L'étude du rendement en fonction de Z figure dans le tableau XXVIII.

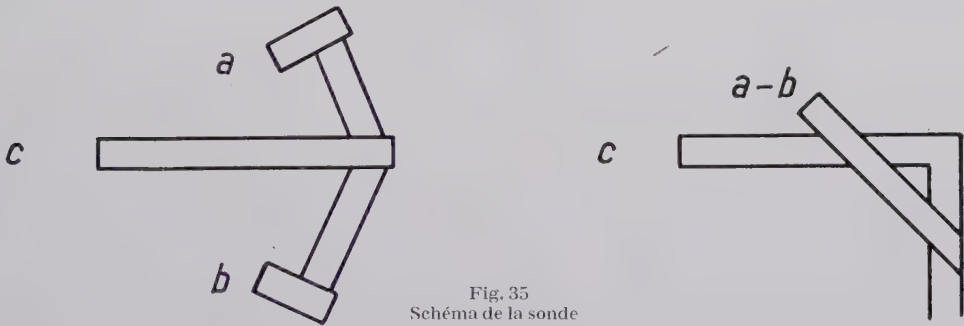


Fig. 35
Schéma de la sonde

Douzième série d'expériences.

Nous avons supprimé un tronçon de 20 cm de longueur de la partie cylindrique de 40 cm de diamètre, ce qui ramène la distance entre le convergent et le diffuseur à 80 cm. Le reste de l'installation reste le même que sur la *figure 18*.

Les résultats de mesures pour la détermination des coefficients α_1 , K_1 , P_t figurent dans le tableau XXIX.

TABLEAU XXVII

$$P_{\text{atm}} = 755 \text{ mm Hg}, \quad t^{\circ} = 24^{\circ}, \quad \rho = 0,1201, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,085$$

y	$r=R-y$	$h_{1\text{stat}}$	$h_{1\text{tot}}$	$h_{1\text{dyn}}$	θ°	u_1	$u_1 \cos \theta$	$ru_1 \cos \theta$	$ru_1^2 \cos \theta$	$ru_1^3 \cos \theta$	$h_{1\text{tot}}$
(m)	(m)	(mm)	(mm)	(mm)		(m/s)	(m/s)				
0,001	0,199	35,8	129	94	31,95	39,6	33,6	6,68	10 440	861	
0,009	0,191	33,2	141	107,8	30,6	42,5	37,4	7,15	13 500	1 007	
0,016	0,184	32,4	143,6	109,2	32,4	42,8	37	6,81	13 070	978	
0,026	0,174	30	143,6	113,6	36	43,6	36,1	6,28	12 475	902	
0,036	0,164	18,6	129,7	111,1	40,9	43,2	33,4	5,48	10 680	710	
0,056	0,144	— 0,8	144,2	145	43,6	49,2	36,5	5,26	13 310	758	
0,076	0,124	— 30,8	143,6	174,4	47,2	54	37,6	4,67	14 280	770	
0,096	0,104	— 81	123	204	55,3	58,4	34,2	3,56	12 780	438	
0,116	0,084	— 178	110	288	66,1	69,4	28,9	2,43	12 380	267	
0,126	0,074	— 227	35,6	322,6	72	73,4	23,5	1,74	10 030	62	

Q_1	S_1	U_1	$\int_{R-R'}^R u_1^3 \cos \theta r dr$	α_1	K_1	P_t
(m ³ /s)	(m ²)	(m/s)				
3,692	0,1143	32,23	1 619,55	2,665	1,145	130,5

TABLEAU XXVIII

$$S_0 = 0,5024, \quad \rho = 0,1201, \quad \alpha_0 = 1,042, \quad K_0 = 1,164;$$

$$S_1 = 0,1143, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,085, \quad \alpha_1 = 2,655, \quad K_1 = 1,145$$

Z	$h_{0\text{dyn}}$	u_0	U_0	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2$	$h_{0\text{stat}}$	$h_{0\text{tot}}$	$h_{1\text{tot}}$	$h_{1\text{stat}}$
(cm)	(mm)	(m/s)	(m/s)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
6,5	3,645	7,79	6,69	2,820	133,25	136,07	143,5	— 4,86
7,5	3,725	7,876	6,76	2,88	134,2	137,08	144,1	— 0,8
10	3,562	7,7	6,61	2,745	134,2	136,945	144,1	0
15	3,4	7,526	6,46	2,63	136	138,63	145,82	1,62

Z	$h_{1\text{dyn}}$	θ°	u_1	$u_1 \cos \theta$	U_1	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	P_t	η_{pr}
(cm)	(mm)		(m/s)	(m/s)	(m/s)			(%)
6,5	148,36	43,65	49,7	35,7	31,2	154,5	130,1	15,76
7,5	144,9	43,65	49,13	35,48	31	152,8	131,3	14
10	144,1	43,65	48,95	35,35	30,9	151,3	131,3	13,25
15	144,2	43,2	49	35,7	31,2	154,5	132	14,5

TABLEAU XXIX

$$P_{\text{atm}} = 761 \text{ mm Hg}, \quad t^{\circ} = 25^{\circ}, \quad \rho = 0,120, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,08.$$

y	$r = R - y$	$h_{1\text{stat}}$	$h_{1\text{tot}}$	$h_{1\text{dyn}}$	θ°	u_1	$u_1 \cos \theta$	$ru_1 \cos \theta$	$ru_1^2 \cos \theta$	$ru_1^3 \cos \theta h_{1\text{tot}}$
(m)	(m)	(mm)	(mm)	(mm)		(m/s)	(m/s)			
0,002	0,198	32,4	111	78,6	36,9	36,2	28,9	5,92	7 755	657
0,003	0,197	32,4	119,9	87,5	36	38,2	30,9	6,08	8 865	729
0,004	0,196	31,6	121,8	90,2	34,6	38,8	31,9	6,25	9 400	761
0,005	0,195	32,4	124,8	92,4	34,6	39,25	32,3	6,3	9 700	785
0,006	0,194	31,6	126,9	95,3	34,2	39,85	33	6,4	10 130	811
0,007	0,193	31,6	129,2	97,6	33,75	40,3	33,5	6,47	10 480	836
0,008	0,192	30,8	130	99,2	33,3	40,7	34	6,53	10 800	848,5
0,009	0,191	30,8	131,6	100,8	32,8	41	34,5	6,56	11 020	863,5
0,01	0,19	32,4	131,4	99	32,8	40,6	34,1	6,48	10 660	850,5
0,019	0,181	33,2	131,2	98	32,8	40,4	34	6,16	10 040	808
0,029	0,171	33,2	140,1	106,9	32,8	42,2	35,5	6,07	10 800	851
0,039	0,161	30,8	142	113,2	35,6	43,4	35,2	5,67	10 660	805
0,049	0,151	23,45	141,2	117,75	38,25	44,2	34,7	5,24	10 050	730
0,059	0,141	15,4	140,1	124,7	40,9	45,6	34,5	4,87	10 100	682
0,069	0,131	6,5	137	126,5	42,75	45,95	33,7	4,42	9 310	606
0,079	0,121	— 4,86	140,1	144,96	43,2	49,2	35,8	4,33	10 480	606
0,089	0,111	— 17,1	132	149,1	46,4	49,8	34,3	3,81	9 425	503
0,099	0,101	— 36,45	140,8	177,25	48,4	54,35	36,1	3,61	10 650	507,5
0,109	0,091	— 55,6	131,2	186,8	52,2	55,8	34,2	3,11	9 650	408
0,119	0,081	— 87,5	123,1	210,6	55,8	59,2	33,2	2,66	9 325	327,5
0,129	0,071	— 136	130,8	266,8	61,1	66,6	32,2	2,29	10 160	300
0,134	0,066	— 202	104	306	67,9	71,4	26,8	1,77	9 020	184
0,136	0,064	— 259,3	9,7	269	62,5	67	31	1,98	8 885	192

Q	S ₁	U ₁	α_1	P _t	K ₁
(m ³ /s)	(m ²)	(m/s)			
3,640	0,1143	31,8	2,235	135,5	1,06

Les résultats de l'étude du rendement en fonction de la distance Z figurent dans le tableau XXX.

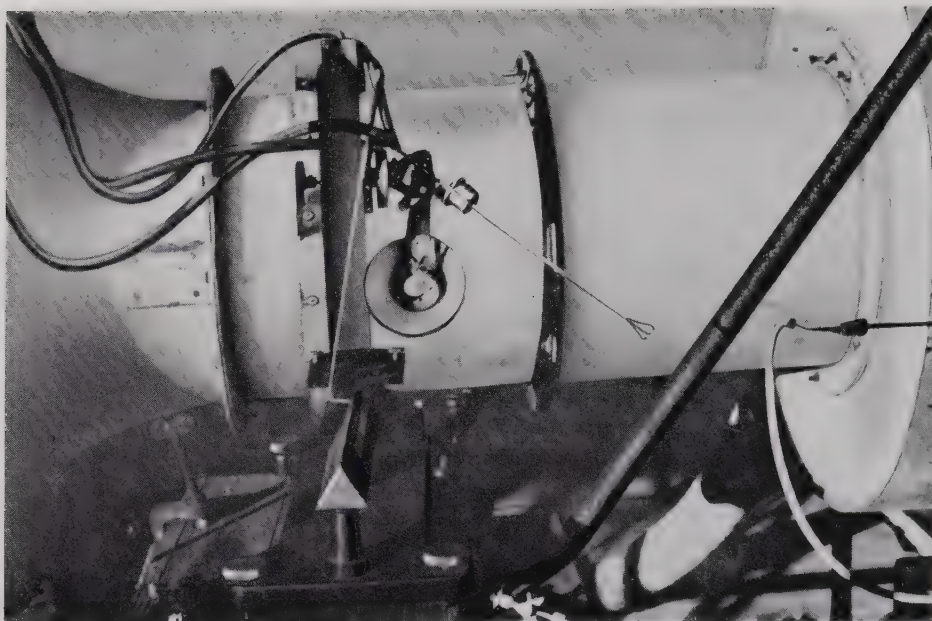


Fig. 36. Vue d'une partie de l'installation

Nous voyons le convergent à l'extrême gauche puis les deux tuyaux cylindriques de 40 cm de diamètre et de longueurs respectives 20 cm et 40 cm

Nous remarquons à gauche, après la jonction du convergent avec le premier tuyau de 40 cm de diamètre, que ce dernier est entouré d'une couronne; c'est sur cette couronne que les tiges des pales sont fixées. Il y a, à l'avant-plan, la sonde de pression avec son cercle gradué

TABLEAU XXX

$$S_0 = 0,5024, \quad P_{\text{atm}} = 761 \text{ mm Hg}, \quad \rho = 0,12, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,08;$$

$$S_1 = 0,1143, \quad t^\circ = 25^\circ, \quad \alpha_0 = 1,042, \quad K_0 = 1,164; \quad \alpha_1 = 2,355, \quad K_1 = 1,06$$

Z	$h_0 \text{ dyn}$	u_0	U_0	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2$	$h_0 \text{ stat}$	$h_0 \text{ tot}$	$h_1 \text{ stat}$	$h_1 \text{ tot}$
(cm)	(mm)	(m/s)	(m/s)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
6,5	3,645	7,79	6,69	2,82	143	145,82	— 11,32	145
7,5	4,05	8,21	7,06	3,14	143	146,14	— 4,86	140,5
10	3,645	7,79	6,69	2,82	144,2	147,02	0	148,8
15	3,725	7,876	6,76	2,79	140	142,79	— 3,24	140

Z	$h_1 \text{ dyn}$	θ°	u_1	$u_1 \cos \theta$	U_1	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	P_t	η_{pr}
(cm)	(mm)		(m/s)	(m/s)	(m/s)			(%)
6,5	156,32	44,55	51	36,35	34,3	157,5	143,6	8,8
7,5	145,36	43,02	49,2	35,95	33,9	153,50	139	9,4
10	145,8	45	49,2	34,8	33,8	153,00	144,2	5,6
15	143,24	44,75	48,8	34,65	33,7	152	138,7	8,7

Treizième série d'expériences.

Nous avons remplacé le corps fuselé n° 1 par le corps fuselé n° 2 dont les dimensions figurent page 43 et *figure* 25. La distance entre le convergent et le diffuseur a été ramenée à 100 cm (*fig.* 18). Le reste de l'installation reste le même.

Les résultats des mesures des coefficients α_1 , K_1 et P_t et ceux du rendement pratique en fonction de la distance Z figurent dans les tableaux XXXI et XXXII.

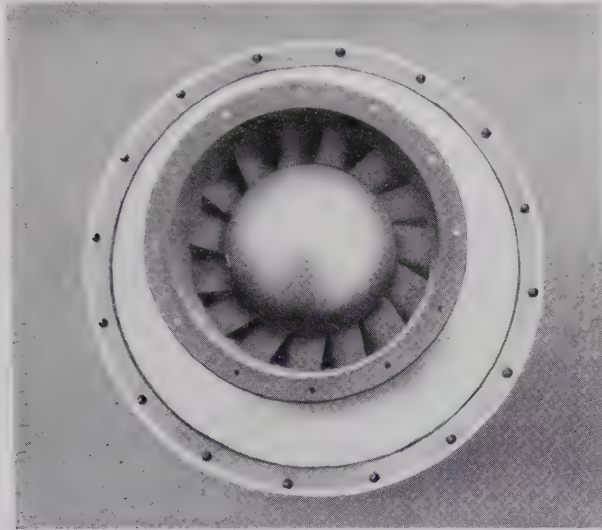


Fig. 37. — Le corps fuselé de révolution n° 3 et ses pales placés dans l'installation

TABEAU XXXI

$$P_{\text{atm}} = 756 \text{ mm Hg}, \quad t^{\circ} = 30^{\circ}, \quad R = 0,118, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,118$$

y	$r = R - y$	$h_{1 \text{ stat}}$	$h_{1 \text{ tot}}$	$h_{1 \text{ dyn}}$	θ°	u_1	$u_1 \cos \theta$	$ru_1 \cos \theta$	$ru_1^3 \cos \theta$	$ru_1^3 \cos \theta h_{1 \text{ tot}}$
(mm)	(m)	(mm)	(mm)	(mm)		(m/s)	(m/s)			
0,007	0,193	25,1	142,6	117,5	35,55	44,6	36,25	7	13 900	998,5
0,011	0,188	25,9	145,9	120	35,55	45,15	36,7	7,01	14 250	1 022
0,026	0,174	22,65	146,7	124,05	38,7	45,9	35,8	6,23	13 090	914
0,041	0,189	9,8	143,1	133,3	43,2	47,5	34,6	5,5	12 380	786,5
0,0515	0,1485	1,6	143,1	141,5	46,35	49	33,8	5,025	12 060	720
0,066	0,134	— 14,6	146,7	161,3	48,2	52,3	34,6	4,64	12 680	680
0,081	0,119	— 40,5	129,6	170	53,1	53,7	32,5	3,87	11 140	501
0,096	0,104	— 77,7	105,2	182,9	58,9	55,65	28,72	2,985	9 250	314,2
0,0994	0,1006	— 85,9	8,9	94,8	61,2	40,1	19,5	1,97	3 165	17,53
Q_1		S_1		U_1		α_1		K_1		P_t
(m ³ /s)		(m ²)		(m/s)						
2,950		0,09456		31,2		2,215		1,083		140

TABLEAU XXXII

$$S_0 = 0,5024, \quad P_{atm} = 756 \text{ mm Hg}, \quad \rho = 0,118, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,118;$$

$$S_1 = 0,09456, \quad t^\circ = 30^\circ, \quad \alpha_0 = 1,042, \quad K_0 = 1,08, \quad \alpha_1 = 2,215, \quad K_1 = 1,083$$

Z	$h_{0 \text{ dyn}}$	u_0	U_0	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2$	$h_{0 \text{ stat}}$	$h_{0 \text{ tot}}$	$h_{1 \text{ stat}}$	$h_{1 \text{ tot}}$
(cm)	(mm)	(m/s)	(m/s)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
4	3,24	7,41	6,86	2,89	139,2	142,09	— 11,86	145,3
6,5	3,24	7,41	6,86	2,89	139,2	142,09	— 4,86	141
7,5	3,24	7,41	6,86	2,89	140,5	143,39	1,6	144,2
10	3,24	7,41	6,86	2,89	139,2	142,09	8,1	140,2
15	3,24	7,41	6,86	2,89	139,2	142,09	4,86	144,2
20	3,24	7,41	6,86	2,89	140,1	142,99	6,58	139,2

Z	$h_{1 \text{ dyn}}$	u_1	θ°	$u_1 \cos \theta$	U_1	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	P_t	η_{pr}
(cm)	(mm)	(m/s)		(m/s)	(m/s)			(%)
4	147,44	50	48,6	33,35	30,8	123,2	141,8	(—)
6,5	145,86	49,7	48,15	33,15	30,6	121,8	137,8	(—)
7,5	142,6	49,2	48,15	32,8	30,28	119,5	141	(—)
10	132,1	47,4	48,15	31,6	29,18	110,8	137	(—)
15	139,34	48,6	48,15	32,4	29,9	116,2	141	(—)
20	132,72	47,45	48,15	31,65	29,25	111,3	136	(—)

Quatorzième série d'expériences.

Nous avons remplacé le corps fuselé n° 2 par le corps fuselé de révolution n° 3 dont les dimensions figurent page 48 et *figure* 26. L'installation est représentée sur la *figure* 18.

Le corps fuselé n° 3 avec ses pales, montés dans l'installation, sont représentés sur la *figure* 37.

Les résultats de mesures des coefficients α_1 , K_1 , P_t et ceux du rendement en fonction de la distance Z sont rassemblés dans les tableaux XXXIII et XXXIV.

Quinzième série d'expériences.

Nous avons remplacé le diffuseur court de révolution par un diffuseur conique de 7° .

Le rapport des sections de ce diffuseur est $\frac{D_2}{D_1} = 2$. Il est monté à l'aval des tuyaux cylindriques de 40 cm de diamètre et à une distance du convergent = 60 cm = $1,5 D_1$. Le corps fuselé de révolution n° 3 ainsi que ses pales (*fig.* 26 et 38) utilisés dans l'expérience précédente subsistent.

Les résultats sont rassemblés dans le tableau XXXV.

TABLEAU XXXIII

$$P_{\text{atm}} = 756 \text{ mm Hg}, \quad t^{\circ} = 30^{\circ}, \quad \rho = 0,118, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,118$$

y	$r = R - y$	$h_{1\text{stat}}$	$h_{1\text{tot}}$	$h_{1\text{dyn}}$	θ°	u_1	$u_1 \cos \theta$	$ru_1 \cos \theta$	$ru_1^2 \cos \theta$	$ru_1^3 \cos \theta h_{1\text{tot}}$
(m)	(m)	(mm)	(mm)	(mm)		(m/s)	(m/s)			
0,01	0,19	8,1	145,9	137,8	38,7	48,3	37,55	7,135	16 600	1 040
0,02	0,18	4,86	146,7	141,84	40,5	49	37,2	6,69	16 040	980
0,03	0,17	— 5,67	146,7	152,37	43,2	50,9	37,1	6,31	16 300	925
0,04	0,16	— 12,5	141,8	154,3	45	51,15	36,2	5,795	15 150	821
0,05	0,15	— 23,5	128	151,5	48,2	50,65	33,75	5,06	12 950	647
0,06	0,14	— 34	132	166	62,1	53,05	44,8	3,475	9 765	458,5
Q		S ₁		U ₁		α_1		P _t		K ₁
(m ³ /s)		(m ²)		(m/s)						
1,928		0,0645		29,9		2,81		143,2		1,24

TABLEAU XXXIV

$$S_0 = 0,5024, \quad P_{\text{atm}} = 756, \quad \rho = 0,118, \quad \alpha_0 = 1,042, \quad K_0 = 1,223;$$

$$S_1 = 0,0645, \quad t^{\circ} = 30^{\circ}, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,118, \quad \alpha_1 = 2,81, \quad K_1 = 1,24$$

Z	$h_{0\text{dyn}}$	u_0	U_0	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2$	$h_{0\text{stat}}$	$h_{0\text{tot}}$	$h_{1\text{stat}}$	$h_{1\text{tot}}$
(cm)	(mm)	(m/s)	(m/s)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
6,5	1,54	5,105	4,18	1,072	142,8	143,872	— 5,52	141,5
7,5	1,62	5,24	4,29	1,13	141,5	142,63	— 5,56	141,6
10	1,54	5,105	4,18	1,072	141,3	142,372	— 1,34	141,6
15	1,54	5,105	4,18	1,072	141,3	142,372	3,1	140,8
Z	$h_{1\text{dyn}}$	θ°	u_1	$u_1 \cos \theta$	U_1	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	P _t	η_{pr}
(cm)	(mm)		(m/s)	(m/s)	(m/s)			%
6,5	157,02	43,2	51,6	37,6	30,3	152,2	138,1	5,9
7,5	147,26	43,2	50	36,45	29,4	142,4	138,2	4,2
10	141,66	43,2	49	35,7	28,8	137,8	138,1	(—)
15	137,7	43,83	48,35	35,2	28,4	134	137,2	(—)

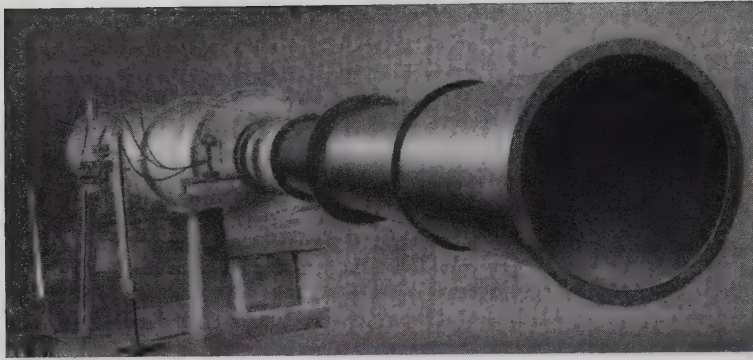
Fig. 38. — L'installation avec le diffuseur conique de 7°

TABLEAU XXXV

$$P_{\text{atm}} = 750 \text{ mm Hg}, \quad t^\circ = 9^\circ, \quad \rho = 0,1252, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 3,996$$

$r = R - y$	y	$h_{1\text{stat}}$	$h_{1\text{tot}}$	$h_{1\text{dyn}}$	θ°	u_1	$u_1 \cos \theta$	$ru_1 \cos \theta$	$ru_1^3 \cos \theta$	$ru_1^3 \cos \theta h_{1\text{tot}}$
(m)	(m)	(mm)	(mm)	(mm)		(m/s)	(m/s)			
0,189	0,011	— 5,53	147,2	152,73	37,8	49,4	39	7,37	17 900	1 085
0,182	0,018	— 8,85	148,5	157,35	39,1	50,15	38,9	7,175	18 000	1 065
0,172	0,028	— 17,4	148,5	165,9	40,1	51,5	39,4	6,775	18 620	1 005
0,162	0,038	— 27	148,5	175,5	42,75	53	38,9	6,3	17 660	936
0,152	0,048	— 37,9	147,8	185,7	43,6	54,5	39,45	6	17 780	887,5
0,141	0,059	— 56,1	59,25	115,35	45,9	43	29,90	4,22	7 785	250

d'où l'on peut tirer :

Q	S	U_1	U_1^3	R^3	$\int_{R-R'}^R u_1^3 \cos \theta r dr$	α	P_t	$\alpha_1 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^3$	η_{pr}
(m ³ /s)	(m ²)	(m/s)								(%)
2,064	0,0645	32	32 900	0,2054	899	$\frac{1\,798}{673}$ $= 2,67$	146,2	0,1671	171,1	$1 - \frac{146,2}{171,1}$ $= 14,6$

CONCLUSION

L'examen des résultats montre que lorsque le fluide est animé d'une forte rotation à l'amont du diffuseur, le rendement du diffuseur devient extrêmement faible.

Cela est vrai pour toutes les formes du diffuseur, car nous avons étudié dans la quinzième série d'expériences un diffuseur conique de 7° , remplaçant le diffuseur court de révolution tout en gardant le corps fuselé n° 3 et les pales de la quatorzième série d'expériences, le rendement obtenu alors était de 14,6 % (dans le cas du diffuseur court de révolution avec les mêmes corps fuselés et pales, le rendement maximum est de 5,9 %). Notons qu'avec le diffuseur conique, les rotations étaient moins fortes, car le débit est supérieur; l'angle θ dans le diffuseur conique variait de $37^\circ,8$ à $45^\circ,9$ en allant de la paroi au voisinage du corps fuselé de révolution, tandis qu'avec le diffuseur court de révolution l'angle θ variait de $38^\circ,7$ à $62^\circ,1$.

Notons qu'au voisinage du corps fuselé de révolution, nous avons obtenu des vitesses négatives dans une couronne de 2 à 5 mm d'épaisseur suivant le corps fuselé utilisé.

ASPIRATION DE LA COUCHE LIMITE

A. AVEC L'INSTALLATION ET LES FORMES DU CHAPITRE II

Nous avons utilisé dans cette première partie l'installation représentée sur les figures 4 et 5.

L'aspiration se fait par des trous de 6 mm de diamètre, percés dans le tube évasé, reliés à un collecteur par des tubes en caoutchouc; le fluide aspiré sort du collecteur par

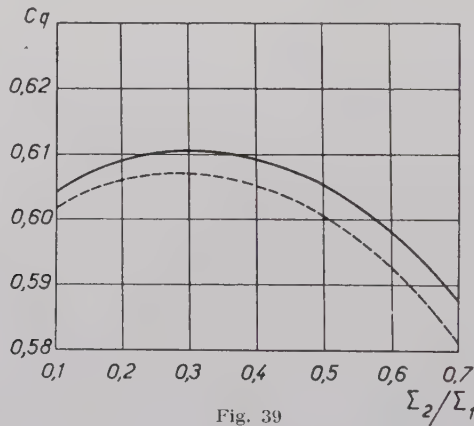


Fig. 39

un divergent relié à un gros tuyau en caoutchouc rigide jusqu'à l'aspiration du ventilateur. Un diaphragme à mince paroi, de 30 mm de diamètre, placé dans un tube de caoutchouc rigide de 45 mm de diamètre, nous permet de mesurer le débit d'après la formule :

$$(23) \quad Q_{\text{asp}} = C_q \Sigma_2 \sqrt{\frac{1}{1 - \left(\frac{\Sigma_2}{\Sigma_1}\right)^2} \sqrt{\frac{2 \Delta p}{\rho}}}$$

Σ_2 = section de diamètre 45 mm.

Σ_1 = section de diamètre 30 mm.

C_q est un coefficient du débit qui dépend de Σ_2/Σ_1 , représenté sur la figure 39.

Δp représente la différence de pression entre Σ_1 et Σ_2 .

Dans nos expériences nous avons donc calculé le débit aspiré d'après ci-dessous :

$$Q_{asp} = 0,000477 \sqrt{\frac{2}{\rho}} \sqrt{\Delta p}.$$

Pour connaître le point de départ du décollement que nous avons constaté dans les chapitres précédents, nous avons percé cinq trous sur la paroi du tube évasé n° 4, et nous avons exploré les pressions statiques le long de la paroi. Les résultats figurent dans le tableau ci-après :

Z (cm)	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
Dépression Prise 1 ..	— 12	— 30	— 37	— 37	— 35	— 34	— 32	— 31	— 30	— 23	— 29
Dépression Prise 2 ..	— 15	— 20	— 28	— 27,5	— 25	— 23	— 22	— 21	— 19	— 19	— 19
Dépression Prise 3 ..	5,5	— 4	— 10	— 9	— 7	— 6	— 4	— 3,5	— 2,5	— 3	— 2,5
Dépression Prise 4 ..	6,5	1	— 4	— 3,5	— 2	— 2	— 2	— 1	+ 1	— 1	— 1
Dépression Prise 5 ..	7,5	4	— 3	— 2,5	— 1	— 1	— 1	1	2	2	2

Nous avons calculé les valeurs des dépressions statiques *théoriques* au droit des prises des pressions en partant de la relation de BERNOULLI.

$$p_1 + \rho U_1^2/2 = p_2 + \rho U_2^2/2.$$

Nous avons construit la courbe des pressions statiques calculées, et nous avons reporté sur le même graphique les valeurs des dépressions statiques mesurées, nous remarquons que les deux courbes sont très rapprochées à l'amont de la troisième prise, à partir de laquelle elles s'écartent jusqu'à un maximum à la cinquième prise (*fig. 40*).

Nous avons construit alors une autre courbe représentant la différence entre les courbes des dépressions statiques théoriques et expérimentales, en fonction de l'abscisse des trous. Cette courbe change de courbure à partir de la troisième prise (*fig. 40*).

Pour éviter le décollement, nous avons envisagé d'aspirer la couche limite à partir de la troisième prise et d'étudier l'influence de cette aspiration sur le rendement du diffuseur court de révolution.

Nous avons percé vingt trous de diamètre intérieur égal à 6 mm sur une couronne, juste après la troisième prise.

Seizième série d'expériences.

Le premier diffuseur, pour lequel nous avons étudié l'influence de l'aspiration, était le diffuseur n° 4 qui est représenté sur la *figure 7*.

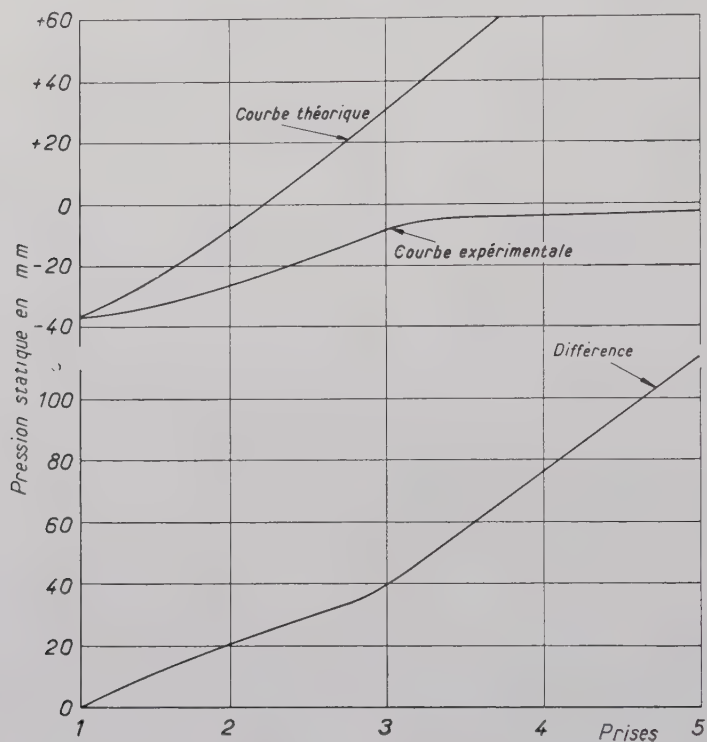


Fig. 40. — Courbe de différence entre les valeurs théoriques et expérimentales de dépression statique dans le tuyau évasé

Ses dimensions sont les suivantes :

$$D_1 = 150 \text{ mm}, \quad D_2 = 350 \text{ mm}, \quad \frac{D_2}{D_1} = 2,33, \quad H = 190 \text{ mm}.$$

Rappelons que le maximum de rendement obtenu avec cette forme était de 42,25 % pour $Z = 3,5$ cm.

Les résultats de mesures sont rassemblés dans le tableau XXXVI.

La répartition des vitesses à la sortie est représentée sur la *figure 41*.

La courbe représentant les dépressions statiques sur les prises latérales est représentée sur la *figure 42*.

Dix-septième série d'expériences.

Nous avons essayé, dans ces expériences, l'aspiration sur le diffuseur n° 5, *figure 8*. Il a les dimensions suivantes :

$$D_1 = 150 \text{ mm}, \quad D_2 = 350 \text{ mm}, \quad \frac{D_2}{D_1} = 2,33, \quad H = R_c = \frac{D_1}{2} = 75 \text{ mm}.$$

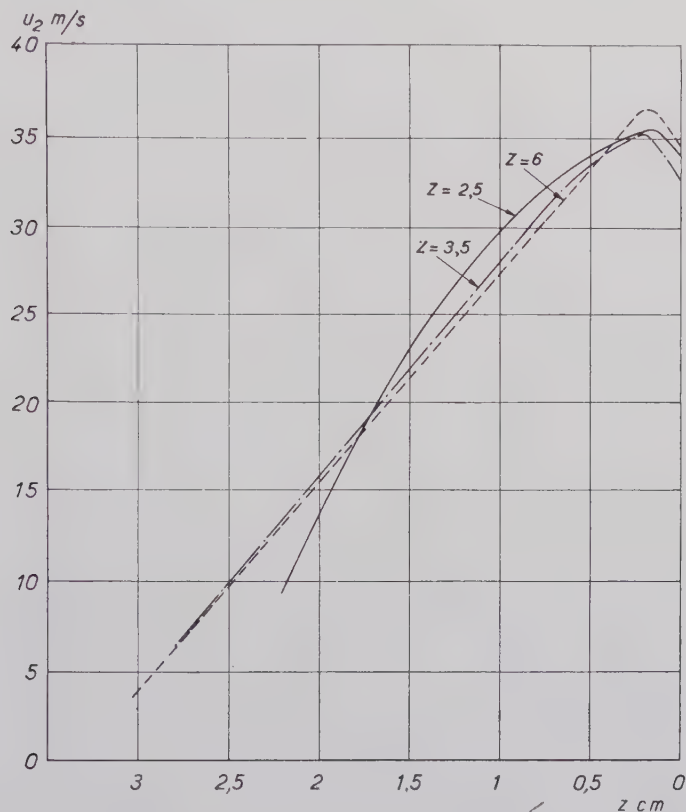


Fig. 41. — Courbe de répartition des vitesses à la sortie, en fonction de la distance à la plaque z , pour diverses valeurs de la distance Z entre la plaque et l'extrémité aval du tuyau évasé

Les résultats des mesures figurent dans le tableau XXXVI.

Nous constatons que le rendement a augmenté de 6,5 % seulement pour un pourcentage de :

$$\frac{Q_{\text{asp}}}{Q} = 2,39 \%$$

Dans les modèles suivants nous allons essayer d'aspirer davantage et de voir l'influence de la position de la couronne d'aspiration.

Nous constatons que les courbes de répartition des vitesses à la sortie du diffuseur n'ont pas changé.

Nous avons percé soixante trous sur trois couronnes :

- la première couronne à une distance de 2,7 cm sur l'axe du diffuseur, du col;
- ... la deuxième couronne à une distance de 5 cm sur l'axe du diffuseur, du col;
- la troisième couronne à une distance de 6,4 cm sur l'axe du diffuseur, du col.

Nous avons ajouté, dans les tableaux et sur les graphiques, pour chaque cas, les résultats des essais sans aspiration pour faire la comparaison.

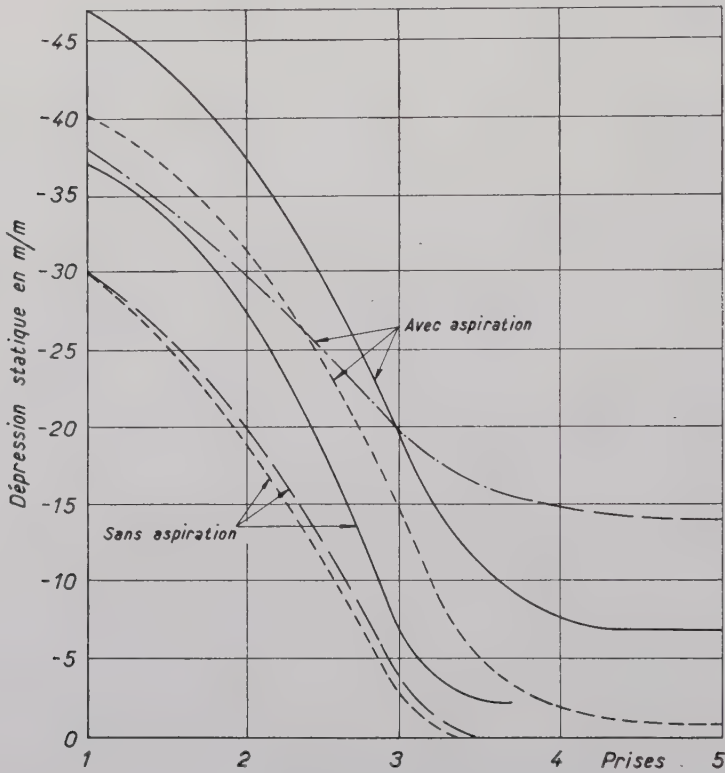


Fig. 42
Courbe de dépression statique en fonction de l'abscisse des prises

— : Z = 6 cm
— — — : Z = 2,5 cm
— : Z = 3,5 cm

Les résultats expérimentaux sont rassemblés dans le tableau XXXVII.

Les courbes de répartition des vitesses à la sortie sont représentées sur les figures 43 et 44.

La courbe de dépression statique sur l'axe du diffuseur est représentée sur la figure 45.

Les résultats de calculs figurent dans le tableau XXXVIII.

Les courbes des rendements pratiques en fonction de la distance Z sont représentées sur la figure 46.

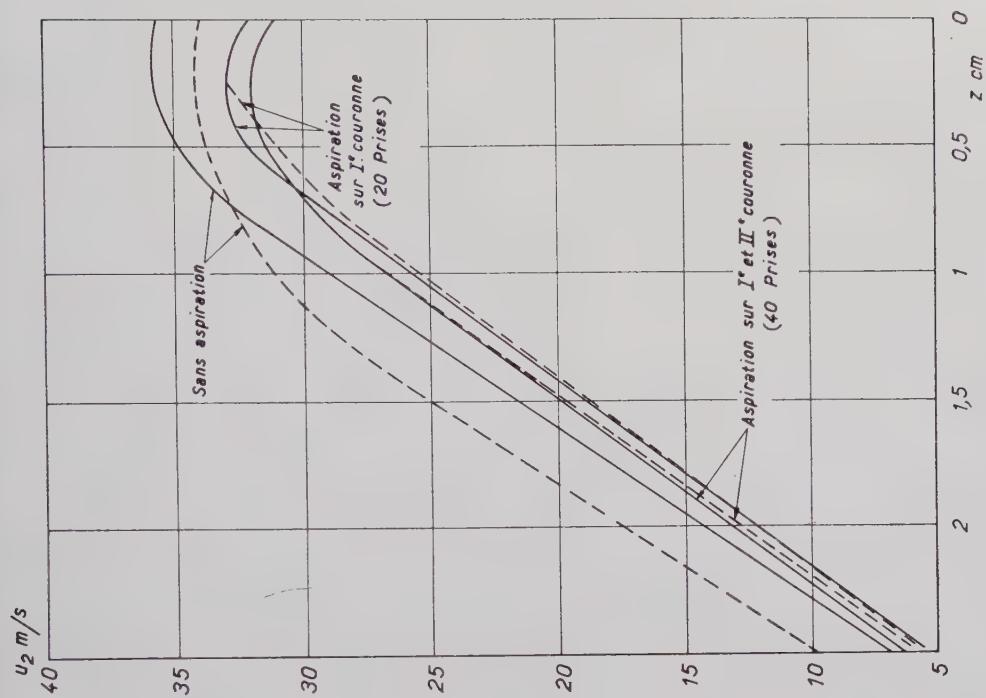


Fig. 44. — Courbe de répartition des vitesses à la sortie, en fonction de la distance z , pour les valeurs $Z = 4,5$ cm et $Z = 6$ cm de la distance du tuyau évasé

— : $Z = 4,5$ cm
- - : $Z = 6$ cm

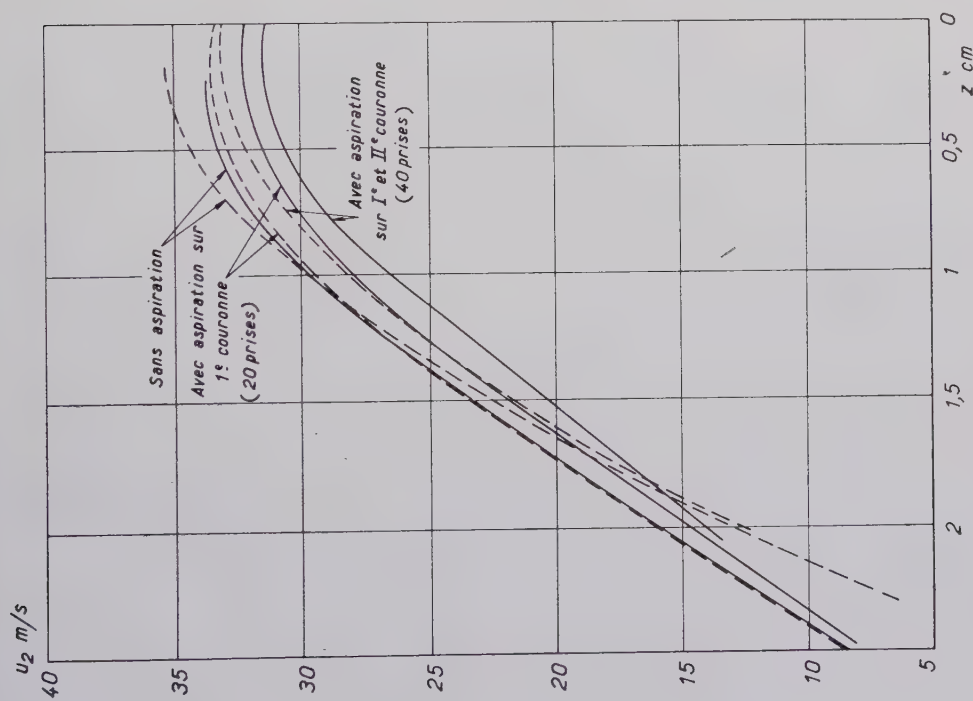


Fig. 43. — Courbe de répartition des vitesses à la sortie, en fonction de la distance z , pour les valeurs $Z = 2,5$ cm et $Z = 3,5$ cm de la distance du tuyau évasé

— : $Z = 2,5$ cm
- - : $Z = 3,5$ cm

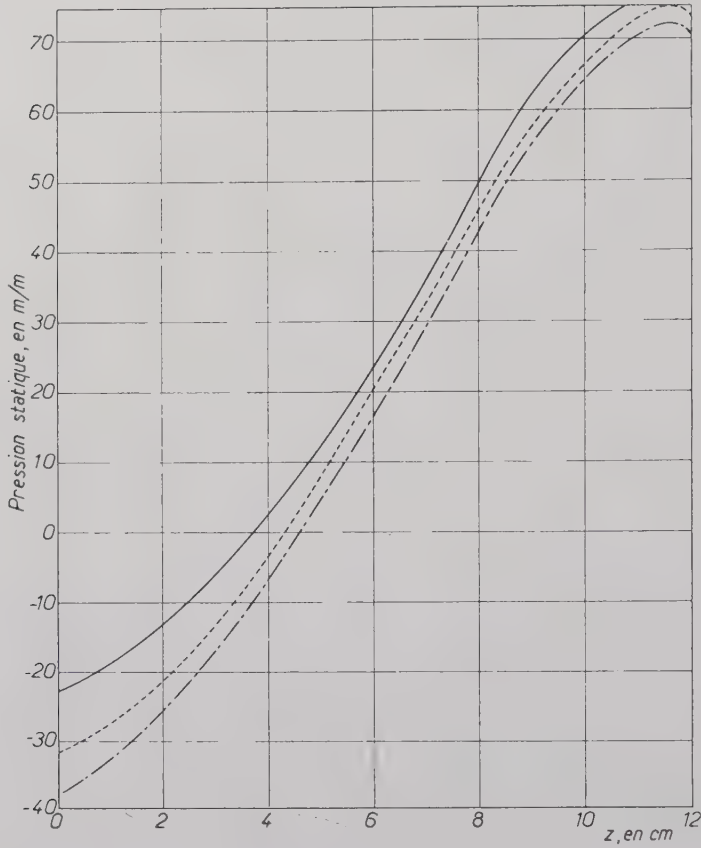


Fig. 45. — Courbe de pression statique dans le diffuseur, en fonction de la distance z en cm sur l'axe, pour $Z = 3,5$ cm
— : sans aspiration; - - - : aspiration sur I;
- · - : aspiration sur I et II

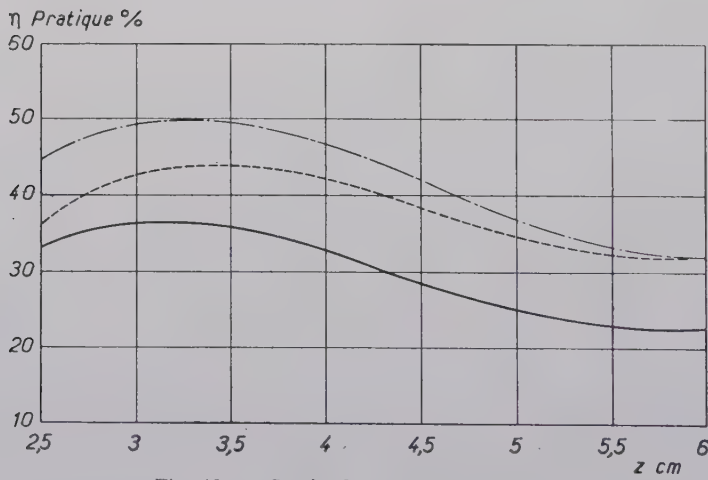


Fig. 46. — Courbe de rendement pratique en % en fonction de la distance Z en cm de la plaque à l'extrémité aval du tuyau évasé
— : sans aspiration; - - - : aspiration sur couronne I (20 prises);
- · - : aspiration sur couronne I et II (40 prises)

TABLEAU XXXVI

Z = 2,5 cm		Z = 3,5 cm		Z = 6 cm	
P _{atm}	760 mm Hg	P _{atm}	760 mm Hg	P _{atm}	760 mm Hg
t°	15°	t°	15°	t°	15°
h _{1stat}	— 35 mm	h _{1stat}	— 41 mm	h _{1stat}	— 33 mm
h _{1dyn}	127 mm	h _{1dyn}	125 mm	h _{1dyn}	124 mm
h _{1tot}	92 mm	h _{1tot}	86 mm	h _{1tot}	91 mm
Q _{asp}	67 mm	Q _{asp}	66 mm	Q	62 mm
z'	u ₂	z'	u ₂	z'	u ₂
(mm)	(m/s)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m/s)
1	5	5	4	30	4
3	9,9	10	8,9	32	6,9
5	14,5	15	13,9	35	10,6
10	23,5	20	22,75	40	15
15	29,6	25	27,9	45	22
20	34	30	33,4	50	27
22	35	32	34,4	55	33
23	35,6	33	35	57	35,75
24	35,4	34	34,2	58	36,5
				59	35,8

PRISES LATÉRALES	I	II	III	IV	V
<i>Dépressions statiques sur prises latérales</i>					
Z = 2,5 cm	— 38	— 30	— 20	— 15	— 14
Z = 3,5 cm	— 47	— 38	— 20	— 8	— 7
Z = 6,0 cm	— 40	— 32	— 15	— 7	— 1

Z	U ₁	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	h _{1stat}	η_{pr}	Q _{asp}	$\frac{Q_{asp}}{Q}$
(cm)	(m/s)		(mm)	(%)	(l/s)	(%)
<i>Résultats du calcul</i>						
2,5	36,9	90	— 35	38,9	15,62	2,4
3,5	36,7	89	— 41	46	15,5	2,39
6	36,5	88,1	— 33	37,5	15	2,39

Z = 2,5 cm				Z = 3,5 cm				
AMONT	P _{atm} (mm Hg) t°	755 10°	756 10°	P _{atm} (mm Hg) t°	755 10°	755 10°	756 10°	
		Sans aspirat.	Aspirat. 1 ^{re} sect.	Aspirat. 1 ^{re} et 2 ^e sect.		Sans aspirat.	Aspirat. 1 ^{re} sect.	Aspirat. 1 ^{re} et 2 ^e sect.
	h _{1stat} (mm) .	— 28	— 31,5	— 39	h _{1stat} (mm) .	— 31	— 39	— 43,5
	h _{1dynmax} (mm)	120	125	123	h _{1dynmax} (mm)	119	129	121,5
	h _{1tot} (mm) .	98	93,5	84	h _{1tot} (mm) .	88	90	78
AVAL	z' (mm)	u ₂ (m/s)			z' (mm)	u ₂ (m/s)		
		Sans aspirat.	Aspirat. 1 ^{re} sect.	Aspirat. 1 ^{re} et 2 ^e sect.		Sans aspirat.	Aspirat. 1 ^{re} sect.	Aspirat. 1 ^{re} et 2 ^e sect.
	1	5,6	8,45	5,62	10	7,92	7,92	7,45
	5	12,75	15,15	12,9	15	15,32	14,55	14,35
	10	22,5	23,5	21,8	20	23,1	21,7	20,3
15	29,5	29,8	28,15	25	29,55	28	26,6	
20	34,2	32,1	32,3	30	35,5	31,65	31	
24	35,6	33,8	33,3	34	34,1	32,5	31,6	
DANS DIFFUSEUR	z (cm)	P _{stat} (mm)			z (cm)	P _{stat} (mm)		
		Sans aspirat.	Aspirat. 1 ^{re} sect.	Aspirat. 1 ^{re} et 2 ^e sect.		Sans aspirat.	Aspirat. 1 ^{re} sect.	Aspirat. 1 ^{re} et 2 ^e sect.
	0	— 21	— 25	— 32	0	— 23	— 32	— 38
	1	— 18	— 21	— 26,1	1	— 20	— 27,5	— 33
	Gorge du diff.				Gorge du diff.			
	2	— 11	— 13	— 18	2	— 13,5	— 22	— 26,5
	3	— 2	— 3,5	— 9	3	— 6,5	— 13	— 17
	4	7	5	3	4	2,5	— 3,5	— 6,5
	5	22	18	16	5	12	8	5
	6	37	33	30	6	23,5	19	17
	7	52	48	42,5	7	36,5	32	30
	8	65	60	56	8		45	44
	Extrémité diff.				Extrémité diff.			
	8,5	68	65	60	8,5	57	52	50
	9,5	75	70	68	9,5	67	63	60
	10,5	82	78	73	10,5	73,5	68,5	68,5
	Plaque				11,5	80	74,5	72
11	80	73,5	72	Plaque				
12				12	77	73,5	70	
Q _{asp} (mm) . .	0	75	235	Q _{asp} (mm) . .	0	73	242	
$\sqrt{\frac{2}{\rho}} = 3,98$				$\frac{2}{\rho} = 15,85$				

Z = 4,5 cm				Z = 6 cm			
P _{atm} (mm Hg) t°	755 10°	755 10°	756 10°	P _{atm} (mm Hg) t°	755 10°	755 10°	756 10°
	Sans aspirat.	Aspirat. 1 ^{re} sect.	Aspirat. 1 ^{re} et 2 ^e sect.		Sans aspirat.	Aspirat. 1 ^{re} sect.	Aspirat. 1 ^{re} et 2 ^e sect.
h _{1stat} (mm) ...	— 23	— 34	— 38	h _{1stat} (mm) ...	— 18,5	— 29	— 29
h _{1dyn max} (mm)	118	126,5	126	h _{1dyn max} (mm)	118,5	123	127
h _{1tot} (mm) ...	95	92,5	88	h _{1tot} (mm) ...	100	94	98
z' (mm)	u ₂ (m/s)			z' (mm)	u ₂ (m/s)		
	Sans aspirat.	Aspirat. 1 ^{re} sect.	Aspirat. 1 ^{re} et 2 ^e sect.		Sans aspirat.	Aspirat. 1 ^{re} sect.	Aspirat. 1 ^{re} et 2 ^e sect.
20	6,85	5,6	6,3	35	9,7	5,6	5,62
25	14,3	11,3	13,2	40	16,8	11,9	12,6
30	22,4	19	20,3	45	25,65	18,8	19,5
35	29,4	26	26,85	50	31,2	26,0	27
40	34,95	32,15	31,4	55	33,9	31,2	33,1
44	36	33,1	32,0	59	34	33,8	34,9
z (cm)	Pstat (mm)			z (cm)	Pstat (mm)		
	Sans aspirat.	Aspirat. 1 ^{re} sect.	Aspirat. 1 ^{re} et 2 ^e sect.		Sans aspirat.	Aspirat. 1 ^{re} sect.	Aspirat. 1 ^{re} et 2 ^e sect.
0	— 18	— 29	— 32	0	— 14,5	— 25,5	— 26,5
1	— 14	— 25	— 28	1	— 11	— 22	— 23,5
Gorge du diff.				Gorge du diff.			
2	— 9	— 20	— 23	2	— 6,5	— 17,5	— 19,5
3	— 3	— 13	— 15,5	3	— 0,5	— 11,5	— 13,5
4	4,5	— 4,5	— 7,5	4	4	— 5,5	— 6,5
5	13,5	5	2,5	5	9	2	0
6	22,5	15	13	6	17	10	9,5
7	33	26,5	24,5	7	25	19	18
8	45,5	39	38	8	35	29,5	28
Extrémité diff.				Extrémité diff.			
8,5	51	46	44	8,5	40	35,5	34
9,5	59	53	55	9,5	52	46	46
10,5	68	63	66	10,5	65	57	58
11,5	77	72	72	11,5	75	68	70
12,5	83	76	79	12,5	84	75	76
Plaque				13,5	89	81	83
13	83	76	75	Plaque			
				14,1	89	81	83
Q _{asp} (mm)	0	76	243	Q _{asp} (mm)	0	74	252

TABLEAU XXXVIII

Z	U_1	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	$h_{1\text{ stat}}$	η_{pr}	Q	Q_{asp}	$\frac{Q_{\text{asp}}}{Q}$
(cm)	(m/s)		(mm)	(%)	(l/s)	(l/s)	(%)
<i>Résultats de calculs sans aspiration</i>							
2,5	35,75	85	— 28	33	630		
3,5	36	86,6	— 31	35,8	635		
4,5	35,2	81,9	— 23	28,1	621		
6	35,25	82,6	— 18,5	22,5	623		
<i>Résultats de calculs avec aspiration sur la première section</i>							
2,5	36,43	88,5	— 31,5	35,6	626	16,58	2,65
3,5	36,4	88,2	— 39	44,25	625	16,25	2,6
4,5	36,5	88,7	— 34	38,3	627	16,46	2,62
6	36,9	90,7	— 29	32	634	16,35	2,58
<i>Résultats de calculs avec aspiration sur la première et la deuxième section</i>							
2,5	36,3	87,25	— 39	44,7	629	29,1	4,13
3,5	36,25	87,5	— 43,5	49,7	627	29,55	4,21
4,5	36,6	89,5	— 38	42,5	634	29,6	4,16
6	36,8	90,4	— 29	32	637	30,2	4,23

Dix-huitième série d'expériences.

Nous avons utilisé pour ces expériences le diffuseur n° 6 qui a les caractéristiques suivantes :

$$D_1 = 150 \text{ mm}, \quad D_2 = 450 \text{ mm}, \quad \frac{D_2}{D_1} = 3, \quad H = R_c = \frac{D_1}{2} = 75 \text{ mm}.$$

Nous avons aspiré sur une seule couronne située à 2,7 cm du col du diffuseur, sur l'axe.

Les résultats expérimentaux sont rassemblés dans le tableau XXXIX.

La courbe de répartition des vitesses à la sortie pour $Z = 3,5$ est représentée sur la figure 47.

La courbe des dépressions statiques en fonction de la distance Z sur l'axe du diffuseur est représentée sur la figure 48.

Les rendements en fonction de Z sont représentés dans le tableau XL.

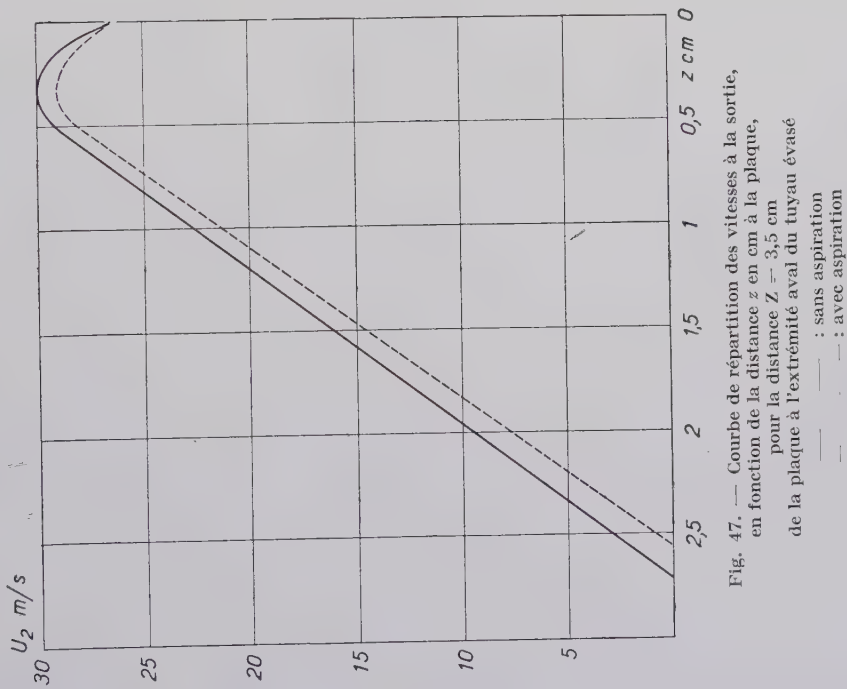


Fig. 47. — Courbe de répartition des vitesses à la sortie, en fonction de la distance z en cm à la plaque, pour la distance $Z = 3,5$ cm de la plaque à l'extrémité aval du tuyau évasé

— : sans aspiration
- - : avec aspiration

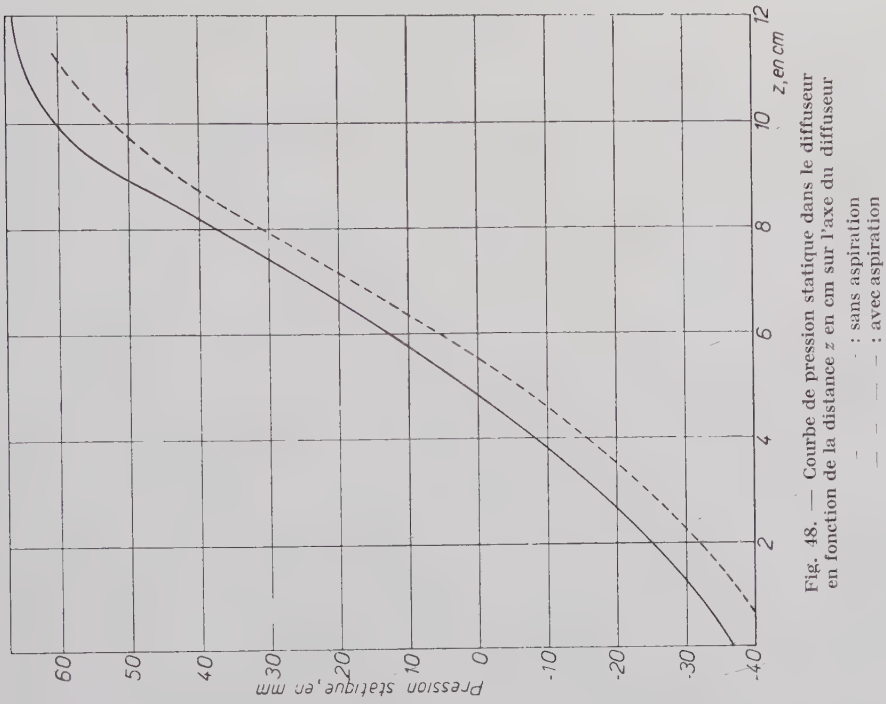


Fig. 48. — Courbe de pression statique dans le diffuseur en fonction de la distance z en cm sur l'axe du diffuseur

— : sans aspiration
- - : avec aspiration

TABLE 2

Résultats

Z = 2,5 cm				Z = 3,5 cm			
AMONT	P _{atm} (mm Hg)	757	757	P _{atm} (mm Hg)	757	757	
	t ^o	13°	13°	t ^o	13°	13°	
		Sans aspiration	Aspiration 1 ^{re} section		Sans aspiration	Aspiration 1 ^{re} section	
	h _{1stat} (mm)	— 36,5	— 43	h _{1stat} (mm)	— 37,5	— 45,5	
	h _{1dynmax} (mm)	120,5	125	h _{1dynmax} (mm)	120	125,5	
	h _{1tot} (mm)	84	82	h _{1tot} (mm)	82,5	80	
AVAL	z' (mm)	u ₂ (m/s)		z' (mm)	u ₂ (m/s)		
	5	8,95	8,95	15	8,95	7,5	
	10	17	16,5	20	15,5	13,85	
	15	25,6	24,65	25	22,65	21,2	
	20	31,5	30,2	30	29,1	28,22	
	24	29,25	28,85	34	28,55	28,18	
DANS DIFFUSEUR	z (cm)	P _{stat} (mm)		z (cm)	P _{stat} (mm)		
		Sans aspiration	Aspiration 1 ^{re} section		Sans aspiration	Aspiration 1 ^{re} section	
	0	— 25,5	— 30	0	— 36,5	— 42	
	1	— 19	— 22	1	— 31	— 38	
	2	— 11	— 13	2	— 24	— 31,5	
	3	— 1	— 3	3	— 16	— 24	
	4	11	10	4	— 7,5	— 14,5	
	5	24	22	5	2	— 3,5	
	6	37	35	6	13,5	7,5	
	7	48	46,5	7	25	18,5	
	8	58	57	8	36	31	
	8,5	66	61	8,5	43	36	
	9,0	72	65	9,0	53	43	
	10,0	75	56	10,0	58	52,5	
	11	66	52	11,0	65,5	60	
				12	66	63,5	
		Q _{asp} (mm)	—	90	Q _{asp} (mm)	—	84

XXXIX

expérimentaux

Z = 4,5 cm			Z = 6 cm		
P _{atm} (mm Hg)	757	757	P _{atm} (mm Hg)	757	757
t ^o	13°	13°	t ^o	13°	13°
	Sans aspiration	Aspiration 1 ^{re} section		Sans aspiration	Aspiration 1 ^{re} section
h _{1stat} (mm)	— 28,5	— 39	h _{1stat} (mm)	— 19	— 31
h _{1dyn max} (mm)	120	124	h _{1dyn max} (mm)	116,5	120,5
h _{1tot} (mm)	92	85	h _{1tot} (mm)	97,5	89,5
z' (mm)	u ₂ (m/s)		z' (mm)	u ₂ (m/s)	
25	8	8	40	10,6	8,95
30	16	14,7	45	17,4	15,5
35	23,5	22,25	50	25,6	22,25
40	29	28,55	55	32,25	29,1
44	29	28,55	57		30,45
			59	31,25	29,1
z (cm)	P _{stat} (mm)		z (cm)	P _{stat} (mm)	
	Sans aspiration	Aspiration 1 ^{re} section		Sans aspiration	Aspiration 1 ^{re} section
0	— 27	— 37,5	0	— 19	— 30
1	— 22,5	— 33	1	— 16	— 28
2	— 18	— 26,5	2	— 12,5	— 24
3	— 12,5	— 21	3	— 9	— 18,5
4	— 5	— 13	4	— 3	— 11,5
5	3	— 4	5	4	— 4,5
6	13	6	6	12,5	4
7	22	17	7	20	12,5
8	35	28	8	19,5	22
8,5	40	34	8,5	34	27
9,0	46	40	9,5	45	37
10,0	56	52	10,5	56	47
11,0	65,5	60	11,5	67	58
12,0	73	68	12,5	76	66,5
13	75	69	13,5	83	74,5
			14,5	83	74,5
Q _{asp} (mm)	—	84	Q _{asp} (mm)	—	80

TABLEAU XL

Z (cm)	U ₁ (m/s)		$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$		h _{1 stat} (mm)	
Aspir.	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec
2,5	35,9	36,6	85,25	88,5	— 36,5	— 43
3,5	35,85	36,7	85	89,15	— 37,5	— 45,5
4,5	35,85	36,5	85	87,8	— 28,5	— 39
6	35,4	35,9	83	85,25	— 19	— 31

Z (cm)	η_{pr} (%)		Q (l/s)		Q _{asp} (l/s)		$\frac{Q_{asp}}{Q}$ (%)	
Aspir.	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec	Sans	Avec
2,5	42,75	48,6	632	644	—	17	—	2,64
3,5	44,15	51	631	646	—	17,4	—	2,69
4,5	33,5	44,5	631	642	—	17,4	—	2,71
6	22,9	36,4	623	632	—	18	—	2,85

La courbe du rendement pratique en fonction de la distance Z est représentée sur la *figure 49*.

Dix-neuvième série d'expériences.

Le diffuseur utilisé est le même que le précédent, sauf son diamètre de sortie qui est porté à 550 mm. Il a les caractéristiques suivantes (diffuseur n° 7) :

$$D_1 = 150 \text{ mm}, \quad D_2 = 550 \text{ mm}, \quad \frac{D_2}{D_1} = 3,66, \quad H = R_c = \frac{D_1}{2} = 75 \text{ mm}.$$

Les résultats expérimentaux sont rassemblés dans les tableaux XLI et XLII.

La courbe de répartition de vitesse à la sortie est représentée sur la *figure 50*.

La courbe des dépressions statiques le long de l'axe du diffuseur est représentée sur la *figure 51*.

Les résultats de calculs sont rassemblés dans le tableau XLIII.

La courbe du rendement pratique en fonction de la distance Z est représentée sur la *figure 52*.

La *figure 56* représente le diffuseur utilisé dans les dix-septième et dix-neuvième séries d'expériences qui est le diffuseur n° 7 du Chapitre II. Nous constatons là-dessus la couronne ajoutée pour porter son diamètre de sortie à 550 mm.

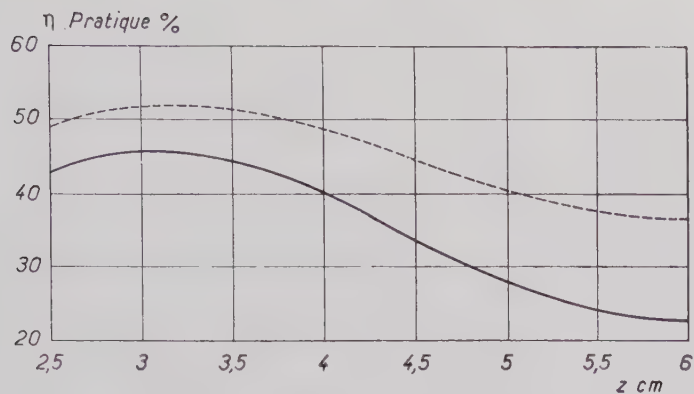


Fig. 49. — Courbe de rendement pratique %
en fonction de la distance Z en cm entre la plaque
et l'extrémité aval du tuyau évasé

- : sans aspiration
- - : avec aspiration

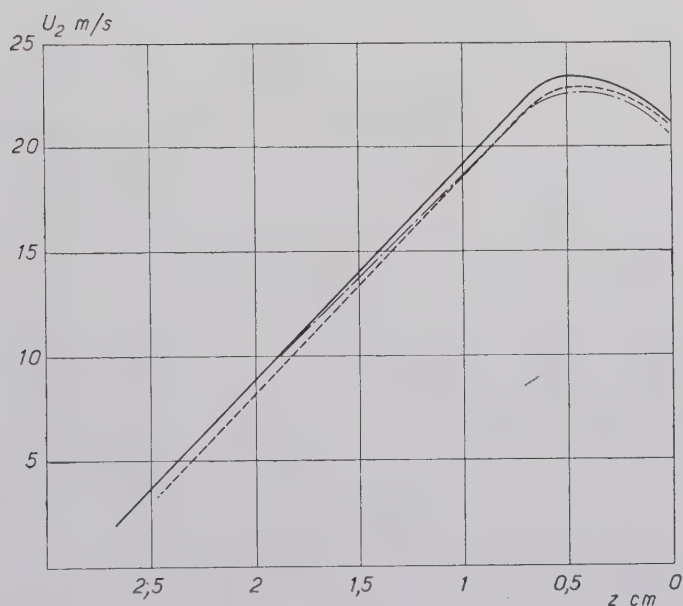


Fig. 50. — Courbe de répartition des vitesses à la sortie,
en fonction de la distance à la plaque z ,
pour la distance $Z = 3,5$ cm entre la plaque et l'extrémité aval du tuyau évasé

— : sans aspiration
- - : aspiration sur couronne I
- · - : aspiration sur couronnes I et II

Z = 2,5 cm				Z = 3,5 cm			
P _{atm} (mm Hg).	760	760		P _{atm} (mm Hg).	760	760	
t°	9°	9°		t°	9°	9°	
	Sans aspiration	Aspiration sur I	Aspiration sur I et II		Sans aspiration	Aspiration sur I	Aspiration sur I et II
h _{1stat} (mm) ...	— 46	— 52,5	—	h _{1stat} (mm) ...	— 47	— 55	— 58,5
h _{1dynmax} (mm).	125	129	—	h _{1dynmax} (mm).	123,5	129	130
h _{1tot} (mm) ...	79	76,5	—	h _{1tot} (mm) ...	76,5	74	72,5
z (mm)	u ₂ (m/s)			z (mm)	u ₂ (m/s)		
5	8,4	7,98	—	15	8,85	8,85	8
10	14,3	14	—	20	13,7	13,7	13
15	21,35	20,6	—	25	19	18,6	18,6
20	27,45	26,55	—	30	23,25	22,4	22,6
24	24,6	24,4	—	34	22,05	21,35	21,55
z' (cm)	P _{stat} (mm)			z' (mm)	P _{stat} (mm)		
0	— 41	— 46,5	—	0	— 44	— 50	— 53,5
1 gorge	— 36	— 41	—	1 gorge	— 39	— 44	— 49
2	— 29	— 33	—	2	— 33	— 38	— 43
3	— 20	— 25	—	3	— 25,5	— 29,5	— 34
4	— 9	— 14	—	4	— 17,5	— 21	— 25
5	2	— 2	—	5	— 6,5	— 9	— 14,5
6	14	11	—	6	4	2	— 3,5
7	27	23	—	7	16	14	10
8	39	36	—	8	28	26,5	22
8,5	44	41	—	8,5	34	32	28
9	49	46	—	9	40	38	36
10	57,5	54,5	—	10	50	48	45
11	57,5	54,5	—	11	59	56	52
				12	60	56	54
Q _{asp} (mm)	—	77		Q _{asp} (mm)	—	88,5	240

$$P = 0,1273, \quad \frac{2}{\rho} = 15,7$$

KLI

expérimentaux

Z = 4,5				Z = 6 cm			
P _{atm} (mm Hg)	760	760		P _{atm} (mm Hg).	760	760	
t ^o	9 ^o	9 ^o		t ^o	9 ^o	9 ^o	
	Sans aspiration	Aspiration sur I	Aspiration sur I et II		Sans aspiration	Aspiration sur I	Aspiration sur I et II
h _{1stat} (mm) ...	— 35,5	— 47	—	h _{1stat} (mm) ...	— 26	— 38	—
h _{1dynmax} (mm).	121,5	128,5	—	h _{1dynmax} (mm).	123	127,5	—
h _{1tot} (mm) ...	86	81,5	—	h _{1tot} (mm) ...	97	89,5	—
z' (mm)	u _z (m/s)			z' (mm)	u _z (m/s)		
25	8,4	7,4	—	40	8,4	6,85	—
30	13,7	11,8	—	45	15,33	13,7	—
35	19	17,7	—	50	21	19,4	—
40	22,75	22,4	—	55	25,65	23,8	—
44	21,35	20,95	—	59	24,75	23,45	—
z (cm)	P _{stat} (mm)			z (cm)	P _{stat} (mm)		
0	— 34	— 43,5	—	0	— 25	— 36	—
1	— 32	— 40	—	1	— 22	— 32	—
2	— 25,5	— 34,5	—	2	— 17	— 27	—
3	— 21	— 27	—	3	— 13	— 21	—
4	— 12,5	— 19	—	4	— 7	— 14,5	—
5	— 4	— 10	—	5	0	— 8	—
6	6,5	1	—	6	6	1	—
7	17	11	—	7	15	10	—
8	28	22	—	8	24	19	—
8,5	35,5	28,5	—	8,5	30	24	—
9	40	34	—	9,5	40	34	—
10	52	46	—	10,5	52	46	—
11	61,5	54,5	—	11,5	62	56	—
12	70	62,5	—	12,5	71,5	66,5	—
13	70	65	—	13,5	79	73	—
				14,5	84	77	—
Q _{asp} (mm)	—	86	—	Q _{asp} (mm)	—	96	—

$$P = 0,1273, \quad \frac{2}{\rho} = 15,7$$

Z = 3,0 cm			Z = 3,0 cm	
P _{atm} (mm Hg).....	760	760	P _{atm} (mm Hg)	760
t°	10°	10°	t°	9°
	Sans aspiration	Aspiration sur I et II		Sans aspiration
h _{1stat} (mm)	— 49	— 60	h _{1stat} (mm).....	— 47
h _{1dyn max} (mm).....	124	130	h _{1dyn max} (mm).....	123,5
h _{1tot} (mm)	75	70	h _{1tot} (mm).....	76,5
z' (mm)	u ₂ (m/s)		z' (mm)	u ₂ (m/s)
	Sans aspiration	Aspiration sur I et II		Sans aspiration
5	5,6	5,6	15	8,85
10	8,9	8,9	20	13,7
15	14	13,75	25	19
20	19,65	19,45	30	23,25
25	25,4	25,1	34	22,05
29	23	22,8		
z (cm)	P _{stat} (mm)		z (cm)	P _{stat} (mm)
	Sans aspiration	Aspiration sur I et II		Sans aspiration
0	— 45	— 54	0	— 44
1	— 40	— 50	1	— 39
2	— 33	— 43,5	2	— 33
3	— 25	— 34,5	3	— 25,5
4	— 15,5	— 23	4	— 17,5
5	— 5	— 12	5	— 6,5
6	6,5	0	6	4
7	19	12	7	16
8	31	24	8	28
8,5	36	31	8,5	34
9,5	46	41	9	40
10,5	56	50	10	50
11,5	57	53	11	59
			12	60
Q _{asp} (mm)	—	258	Q _{asp} (mm).....	—

KLII

expérimentaux

5 cm		Z = 4,0 cm		
760 9°	760 10°	P _{atm} (mm Hg)	760 10°	760 10°
Aspiration sur I	Aspiration sur I et II	t°	Sans aspiration	Aspiration sur I et II
— 55 129 74	— 58,5 130 72,5	h _{1stat} (mm)	— 43 120 77	— 55 130 75
u ₂ (m/s)		h _{1dyn max} (mm)	u ₂ (m/s)	
Aspiration sur I	Aspiration sur I et II	h _{1tot} (mm)	Sans aspiration	Aspiration sur I et II
8,85 13,7 18,6 22,4 21,35	8 13 18,6 22,6 21,55	z' (mm)	4,85 9,7 14,85 19,85 23 22,1	4 8,9 14,86 19,45 22,25 21,4
P _{stat} (mm)		z (mm)	P _{stat} (mm)	
Aspiration sur I	Aspiration sur I et II		Sans aspiration	Aspiration sur I et II
— 50 — 44 — 38 — 29,5 — 21 — 9 2 14 26,5 32 38 48 56 60	— 53,5 — 49 — 43 — 34 — 25 — 14,5 — 3,5 12 22 28 36 45 52 54	0 1 2 3 4 5 6 7 8 8,5 9,5 10,5 11,5 12,5	— 39 — 36 — 31 — 23,5 — 16 — 6,5 4 14,5 26,5 34 45 54 61,5 63	— 51,5 — 47 — 40 — 33 — 23,5 — 14 — 2 9 21 27,5 38 48 57 59
88,5	240	Q _{asp} (mm)	—	235

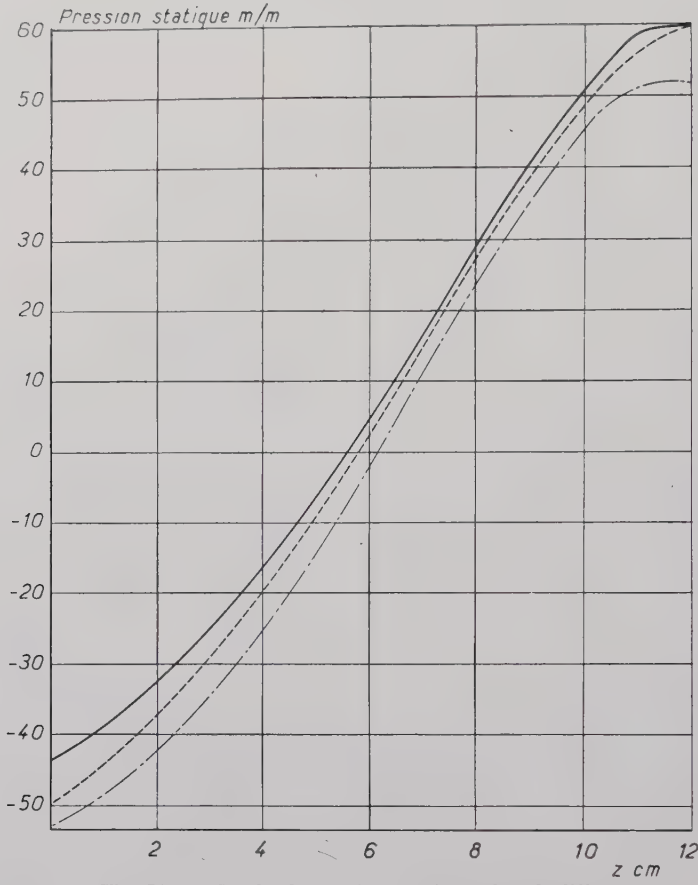


Fig. 51. — Courbe de pressions statiques dans le diffuseur en fonction de la distance z en cm sur l'axe du diffuseur

— : sans aspiration; - - - : aspiration sur couronne I;
- . - : aspiration sur couronnes I et II

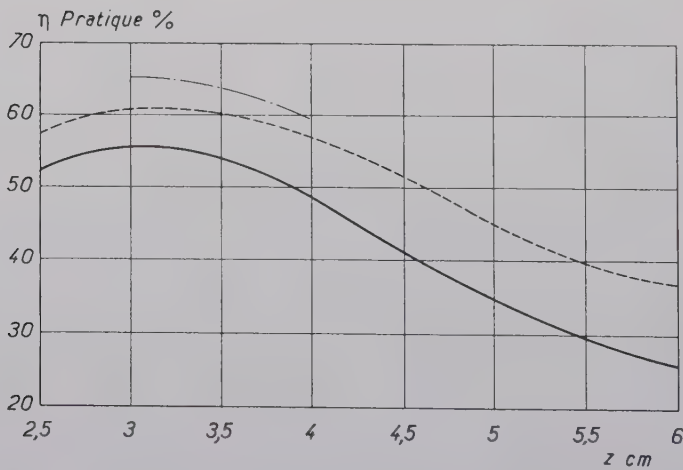


Fig. 52. — Courbe du rendement pratique en fonction de la distance Z en cm entre la plaque et l'extrémité aval du tuyau évasé

— : sans aspiration; - - - : avec aspiration sur couronne I;
- . - : avec aspiration sur couronnes I et II

TABLEAU XLIII

Z	U ₁	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	h _{1 stat}	η_{pr}	Q	Q _{asp}	$\frac{Q_{asp}}{Q}$
(cm)	(m/s)		(mm)	(%)	(l/s)	(l/s)	(%)
<i>Résultats de calculs sans aspiration</i>							
2,5	36,25	88,5	— 46	52	640	—	—
3	36,15	87,8	— 49	55,75	638	—	—
3,5	36,05	87,5	— 47	53,75	636	—	—
4	35,8	86,2	— 43	49,9	632	—	—
4,5	35,8	86,2	— 35,5	41,15	632	—	—
6	35,95	87,3	— 26	25,8	634	—	—
<i>Résultats de calculs avec aspiration sur I</i>							
2,5	36,9	91,8	— 52,5	57,2	651	16,7	2,56
3,5	36,9	91,8	— 55	60	651	17,9	2,75
4,5	36,8	91,2	— 47	51,5	649	17,6	2,71
6	36,6	90,3	— 38	41,7	646	17,6	2,72
<i>Résultats de calculs avec aspiration sur I et II</i>							
3	37	92,25	— 60	65,1	653	30,5	4,67
3,5	37	92,25	— 58,5	63,5	653	29,4	4,5
4	37	92,25	— 55	59,75	653	29,1	4,46

Comme précédemment on voit que l'aspiration n'a pas influé sur la répartition des vitesses à la sortie et que les courbes de répartition des vitesses à la sortie sont presque les mêmes dans le cas d'aspiration sur (I) et (I, II) et sans aspiration comme le démontrent les graphiques.

CONCLUSION

Avant de passer à l'étude de l'aspiration sur la seconde installation (chap. III et IV), nous avons voulu étudier l'influence de la position des couronnes d'aspiration sur le rendement en utilisant le diffuseur n° 4.

Nous avons aspiré avec les couronnes I, II, III séparément (chacune comportait vingt trous), puis sur I et II, I et III, II et III. Les résultats figurent dans le tableau XLIV.

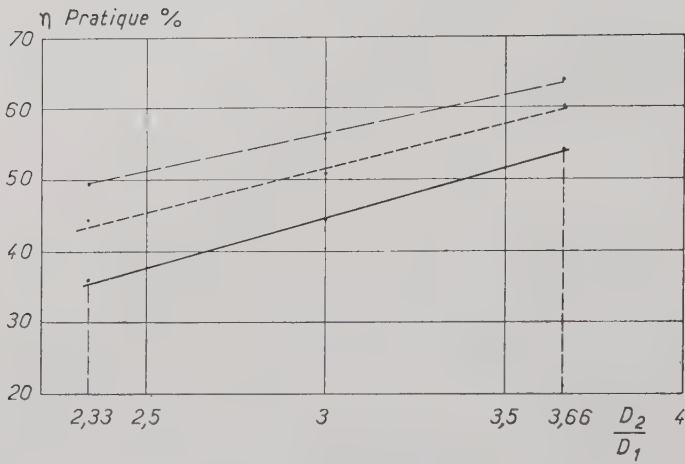


Fig. 53. — Courbe des rendements pratiques en fonction du rapport

$\frac{D_2}{D_1}$ pour $Z = 3,5$ cm

- : sans aspiration
- - : aspiration sur la couronne I
- . : aspiration sur les couronnes I et II

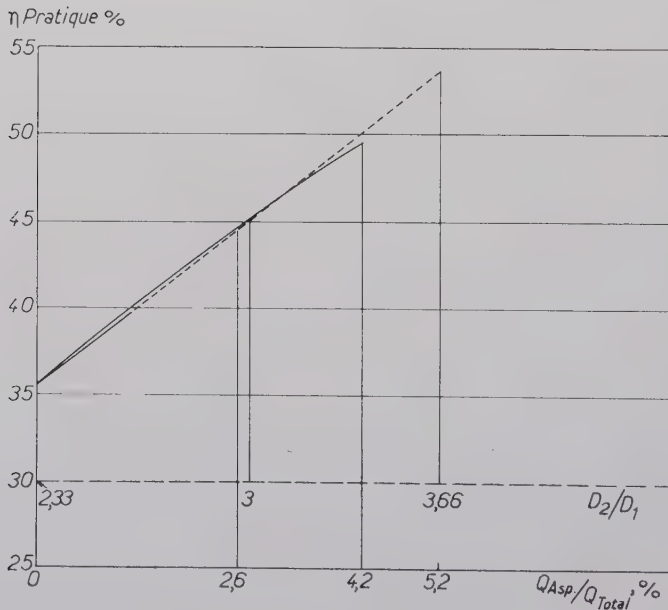


Fig. 54. — Courbe du rendement pratique en fonction de

$\frac{D_2}{D_1}$ pour $Z = 3,5$ cm sans aspiration

Courbe du rendement pratique en fonction du rapport

Q_{asp}/Q_{total} %, pour $Z = 3,5$ cm

- : sans aspiration
- - : avec aspiration

TABLEAU XLIV

Z		ASPIRATION					
		I	II	III	I et II	I et III	II et III
(cm)							
2,5	$h_{1\text{stat}}$ (mm)	—52,5	—52,5	—53	—57	—57	—57
	$h_{1\text{dyn}}$ (mm)	129	129	129,5	131	133	132
	$h_{1\text{tot}}$ (mm)	76,5	76,5	76,5	74	76	75
	U_1 (m/s)	36,9	36,9	36,95	37,4	37,4	37,3
	η_{pr} (%)	57,2	57,2	57,5	61,6	60,6	61
	Q_{asp} (l/s)	16,7	16,35	16,9	30,5	30	29,5
	Q_{asp}/Q (%)	2,57	2,51	2,59	4,66	4,56	4,46
3	$h_{1\text{stat}}$ (mm)	—56	—56	—56	—60	—60	—59,5
	$h_{1\text{dyn}}$ (mm)	129	128	130	130	132	131
	$h_{1\text{tot}}$ (mm)	73	72	74	70	72	71,5
	U_1 (m/s)	36,9	36,85	37	37	37,3	37,5
	η_{pr} (%)	61	61,2	60,7	65,1	64,1	64,1
	Q_{asp} (l/s)	16,8	16,45	17,3	30,5	39,5	29,4
	Q_{asp}/Q (%)	2,58	2,53	2,65	4,67	4,46	4,5

Nous pourrions conclure, d'après le tableau XLIV, que la position d'aspiration, dans les limites où nous avons expérimenté, n'a pas d'influence sensible sur le rendement, et que seul le débit aspiré importe.

INFLUENCE DU DÉBIT ASPIRÉ SUR LE RENDEMENT

La figure 53 représente les variations du rendement suivant le débit d'aspiration. Pour que l'interprétation des résultats soit plus générale, nous avons fait intervenir un autre paramètre qui est la section de sortie.

Nous constatons qu'en augmentant la section de sortie de 28,6 % (D_2 passe de 350 à 450 mm) le rendement croît de la même quantité que si nous avions aspiré 2,6 % du débit total.

Sur la figure 54, nous constatons qu'une aspiration de l'ordre de 5 % du débit total à l'entrée produit le même effet qu'une augmentation de 57 % du diamètre de sortie.

Les deux courbes qui représentent les variations du rendement en fonction du quotient du débit d'aspiration ou débit total et de la section de sortie D_2 se confondent à peu près pour se séparer vers $\frac{Q_{\text{asp}}}{Q} = 4,5 \%$.

B. — AVEC L'INSTALLATION ET FORMES DU CHAPITRE III

Les expériences de cette partie sont faites avec l'installation représentée sur les *figures* 18 et 19.

L'aspiration est effectuée à l'aide d'un ventilateur auxiliaire relié du côté aspiration à un collecteur pour aspirer la couche limite dans le diffuseur. Sur une couronne distante de 10 cm sur l'axe du diffuseur du col du tuyau évasé de révolution, quinze trous de diamètre égal à 12 mm sont percés. Les débits aspirés sont mesurés à l'aide d'un diaphragme à mince paroi sur le refoulement du ventilateur auxiliaire.

Le tuyau évasé est représenté sur la *figure* 55.

Vingtième série d'expériences.

Le diffuseur utilisé est le premier du chapitre III.

Les résultats de mesures sont rassemblés dans le tableau XLV.

La courbe du rendement pratique en fonction de la distance Z est représentée sur la *figure* 57.

Le rendement est calculé d'après la formule (22) :

$$\gamma_{pr} = \frac{h_{0\text{tot}} - 0,02 \alpha_0 \frac{\rho}{2} U_2^2 - 0,01 \alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2}{\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2}.$$

Vingt et unième série d'expériences.

Nous avons placé dans l'installation le corps fuselé de révolution n° 1 (*fig.* 24 et 21) dont les dimensions figurent dans la page 39, pour rejeter sur la paroi le maximum des vitesses; le reste de l'installation reste le même (*fig.* 18 et 19).

Les résultats d'expériences sont rassemblés dans le tableau XLVI.

La courbe du rendement en fonction de la distance Z est représentée sur la *figure* 58.

Vingt-deuxième série d'expériences.

Nous avons supprimé un tronçon de 40 cm de diamètre et de 40 cm de longueur, ce qui réduit la distance entre le convergent et le diffuseur à 60 cm. Le reste de l'installation reste le même que sur la *figure* 18.

Les résultats d'expériences sont rassemblés dans le tableau XLVII.

La courbe du rendement en fonction de la distance Z est représentée sur la *figure* 58.

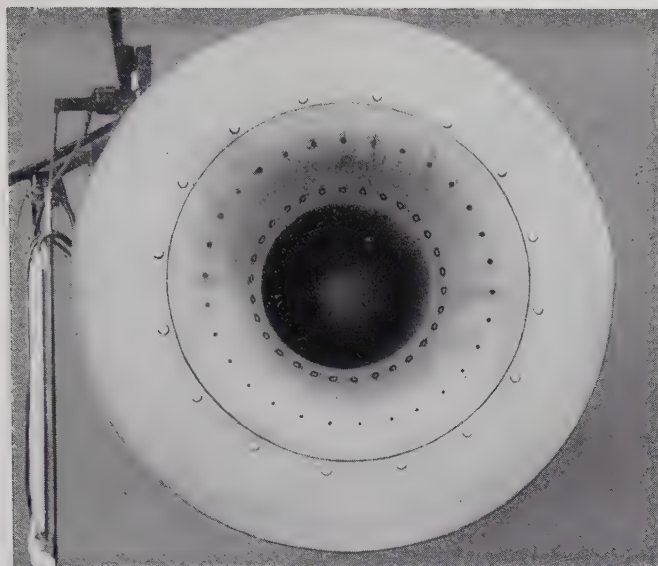


Fig. 55. — Tuyau évasé de révolution de rapport des diamètres $\frac{D_2}{D_1} = 3$.
Les prises qui ont servi à l'aspiration sont celles du second plan. Nous voyons au fond l'extrémité du corps fuselé de révolution au centre du tuyau évasé



Fig. 56. — Tuyau évasé de révolution
avec un rapport des diamètres $\frac{D_2}{D_1} = 3,66$

Sur la photo,
nous apercevons les trois couronnes d'aspiration I, II et III
Sur une méridienne située en bas du tuyau, nous voyons les
trois prises (bouchées dans la photographie) qui ont servi à
l'exploration de la dépression statique pour déterminer le point
de départ du décollement

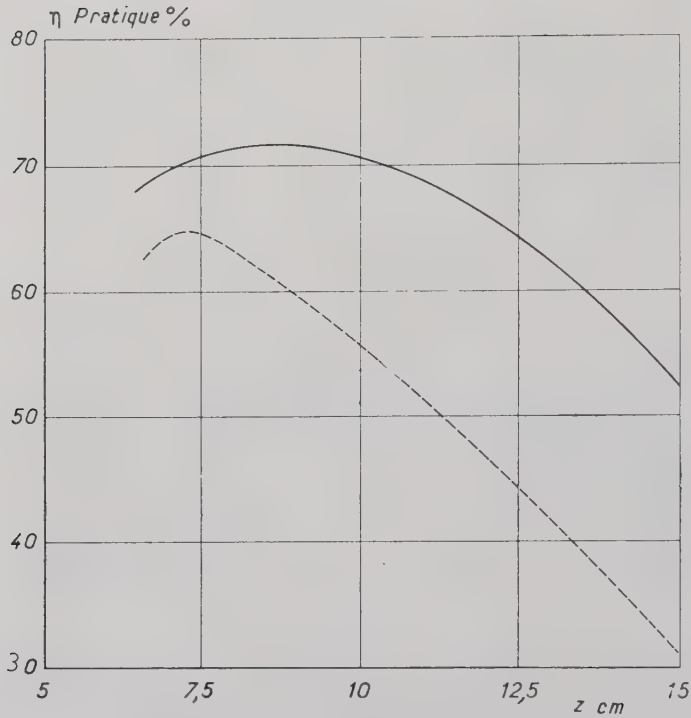


Fig. 57. — Courbe du rendement pratique en % en fonction de la distance Z en cm de la plaque à l'extrémité aval du tuyau évasé
 — : avec aspiration; - - - : sans aspiration

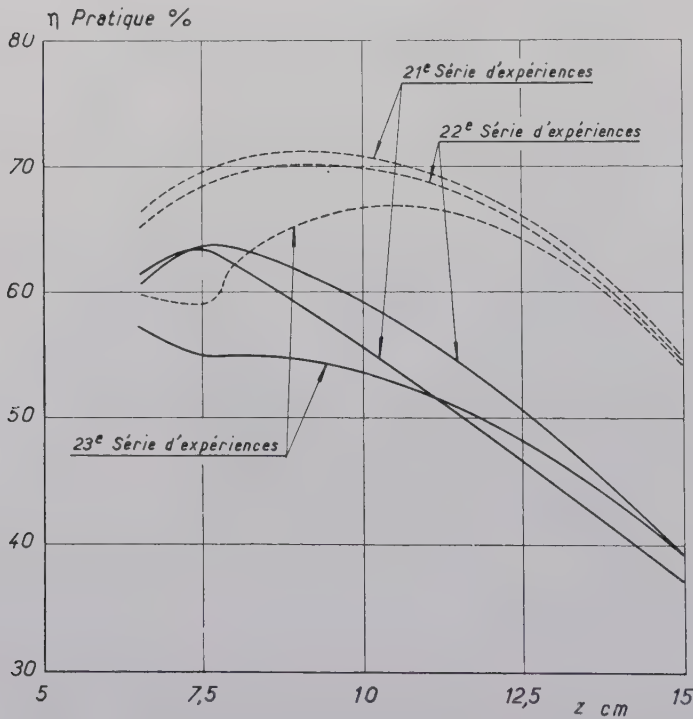


Fig. 58. — Courbe des rendements pratiques en % en fonction de la distance Z en cm de la plaque à l'extrémité aval du tuyau évasé
 — : sans aspiration; - - - : avec aspiration

TABLEAU XLV

$S_0 = 0,5024,$ $S_1 = 0,1256,$ $P_{atm} = 755 \text{ mm Hg},$ $t^0 = 23^{\circ},$ $\rho = 0,1212,$ $\sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,06,$
 $\alpha_0 = 1,042,$ $K_0 = 1,16,$ $\alpha_1 = 1,0174,$ $K_1 = 0,994,$ $P_{asp} = 0,1168,$ $\sqrt{\frac{2}{\rho_{asp}}} = 4,14$

Z	$\alpha_0 = 1,042,$ CYLINDRIQUE $D_0 = 80$ cm						$\alpha_1 = 1,0174,$ CYLINDRIQUE $D_1 = 40$ cm						DIFFUSEUR			
	Aspirat.	$h_{e,dyn}$	u_e	U_e	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_e^2$	$h_{e,stat}$	$h_{e,tot}$	$h_{i,dyn}$	u_i	U_i	$\alpha_1 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	η_{pr}	h_{asp}	Q_{asp}	$\frac{Q_{asp}}{Q}$
6,5	Sans	10,92	13,4	11,55	8,43	56,7	65,13	157,3	50,8	51,15	0,0616	161	$1 - \frac{63,35}{161} = 60,7$	0		
	Avec	11,66	13,88	11,9	8,95	48,3	57,25	166	52,25	52,65	0,0616	170,5	$1 - \frac{55,37}{170,5} = 67,6$	6,89	0,3404	6,4
7,5	Sans	10,85	13,38	11,51	8,36	50,6	58,96	157,5	50,85	51,20	0,0616	161,2	$1 - \frac{57,18}{161,2} = 64,5$	0		
	Avec	12,08	14,11	12,16	9,32	42,1	51,42	167,5	52,5	52,9	0,0616	169,2	$1 - \frac{49,54}{169,2} = 70,75$	7,29	0,35	6,42
10	Sans	9,88	12,75	11	7,62	62,4	70,02	150,7	49,8	50,2	0,0616	154,8	$1 - \frac{68,28}{154,8} = 55,85$	0		
	Avec	11,91	14,0	12,07	9,2	43,75	52,95	171	53	53,32	0,0616	172,3	$1 - \frac{51,04}{172,3} = 70,35$	7,125	0,3462	6,3
15	Sans	9,91	12,80	11,03	7,65	83,8	91,45	128	45,8	46,15	0,0616	131	$1 - \frac{90}{131} = 31,25$	0		
	Avec	10,52	13,33	11,43	8,31	64,4	72,71	147,4	49,2	49,55	0,0616	148,8	$1 - \frac{71}{148,8} = 52,3$	8,1	0,3693	7,23

TABEAU XLVI

$S_0 = 0,5024,$
 $\alpha_0 = 1,042,$

$S_1 = 0,1143,$
 $K_0 = 1,164,$

$P_{\text{atm}} = 759 \text{ mm Hg},$
 $\alpha_1 = 1,02,$

$t^0 = 27^0,$
 $K_1 = 1,02,$

$\rho = 0,1198,$
 $\rho_{\text{asp}} = 0,1158,$

$\sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,09,$
 $\sqrt{\frac{2}{\rho_{\text{asp}}}} = 4,16$

Z	$\alpha_0 = 1,042,$ CYLINDRIQUE $D_0 = 0,80$										$\alpha_1 = 1,02,$ CYLINDRIQUE $D_1 = 0,40$				η_{pr}				DIFFUSEUR			
	Aspirat.	$h_{0,\text{dyn}}$	u_0	U_0	$\alpha_0 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2$	$h_{0,\text{stat}}$	$h_{0,\text{tot}}$	$h_{0,\text{dyn}}$	u_1	U_1	$\alpha_1 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	$\eta_{\text{pr}} = 1 - \frac{\Delta P'}{\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2}$		$(\%)$		h_{asp}	Q_{asp}	$\frac{Q_{\text{asp}}}{Q}$	$(\%)$	
		(mm)	(m/s)	(m/s)			(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)	(m/s)							(mm)	(m ³ /s)			
6,5	Sans	10,85	13,49	11,58	0,0624	8,36	64,6	72,96	186,25	55,86	54,75	0,061	183	$1 - \frac{70,97}{183} = 61,2$				0				
	Avec	11,1	13,63	11,71	0,0624	8,55	58,15	66,7	194,20	57	55,9	0,061	190	$1 - \frac{64,63}{190} = 65,9$				6,475	0,322		5,44	
7,5	Sans	10,85	13,49	11,58	0,0624	8,36	59,9	68,26	187,9	56	55	0,061	184,6	$1 - \frac{68,05}{184,6} = 63,1$				0				
	Avec	11,5	13,88	11,91	0,0624	8,86	51,9	60,76	197,7	57,5	56,4	0,061	193,7	$1 - \frac{58,65}{193,7} = 69,7$				6,475	0,322		5,4	
10	Sans	10,29	13,12	11,27	0,0624	7,93	69,6	77,53	176,5	54,35	53,25	0,061	173,2	$1 - \frac{75,64}{173,2} = 56,3$				0				
	Avec	11,42	13,82	11,88	0,0624	8,84	50,5	59,34	199,2	57,7	56,6	0,061	195	$1 - \frac{57,22}{195} = 70,65$				6,475	0,322		5,38	
15	Sans	8,590	12	10,3	0,0624	6,61	87,5	94,11	149	50	49	0,061	146,5	$1 - \frac{92,5}{146,5} = 36,85$				0				
	Avec	9,9	12,87	11,05	0,0624	7,61	70,85	78,46	175	54,1	53	0,061	171,5	$1 - \frac{76,6}{171,5} = 55,25$				7,29	0,3415		6,09	

TABLEAU XLVII

$S_0 = 0,5024$, $S_1 = 0,1143$, $P_{\text{atm}} = 759 \text{ mm Hg}$, $t^0 = 27^{\circ}$, $\rho = 0,1198$, $\sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,09$,
 $\alpha_0 = 1,042$, $K_0 = 1,164$, $\alpha_1 = 1,02$, $K_1 = 1,02$, $\rho_{\text{asp}} = 0,151$, $\sqrt{\frac{2}{\rho_{\text{asp}}}} = 4,21$

Z (cm)	$\alpha_0 = 1,042$, CYLINDRIQUE $D_0 = 80 \text{ cm}$						$\alpha_1 = 1,02$, CYLINDRIQUE $D_1 = 40 \text{ cm}$						η_{pr}			DIFFUSEUR		
	Aspirat.	h_0 dyn	u_0	$\frac{u_0}{K_0} = U_0$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2$	h_0 stat	h_0 tot	h_1 dyn	u_1	$\frac{u_1}{K_1} = U_1$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	$\eta_{\text{pr}} = 1 - \frac{\Delta P}{\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2}$		h_{asp}	Q_{asp}	$\frac{Q_{\text{asp}}}{Q}$
		(mm)	(m/s)	(m/s)			(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)	(m/s)			(%)		(mm)	(m ³ /s)	(%)
6,5	Sans	10,44	13,22	11,35	0,0624	8,04	65,85	73,89	183	55,3	54,25	0,061	180	1 — 71,93 1 — 180		0		
	Avec	11,02	13,58	11,65	0,0624	8,49	59,5	67,99	191,2	56,5	55,4	0,061	187	1 — 65,95 1 — 187		68	0,326	5,52
7,5	Sans	10,78	13,42	11,52	0,0624	8,27	61,35	69,62	189,5	56,25	55,1	0,061	185,5	1 — 67,6 1 — 185,5		0		
	Avec	10,93	13,51	11,6	0,0624	8,4	54,65	63,05	197,7	57,5	56,4	0,061	194	1 — 60,95 1 — 195		6,72	0,324	5,44
10	Sans	10,37	13,17	11,3	0,0624	7,74	67,6	75,34	178	54,55	54,5	0,061	181	1 — 73,37 1 — 181		0		
	Avec	10,52	13,25	11,38	0,0624	8,08	51,85	59,93	200	57,8	56,65	0,061	195	1 — 57,82 1 — 194		68	0,326	5,44
15	Sans	8,3	11,78	10,11	0,0624	6,36	86,75	93,11	154	50,72	49,8	0,061	151,5	1 — 91,47 1 — 151,5		0		
	Avec	9,95	12,9	11,08	0,0624	7,65	71,9	79,55	178	54,6	53,50	0,061	174,2	1 — 77,65 1 — 174,2		8,015	0,354	6,24

Vingt-troisième série d'expériences.

Nous avons supprimé un autre tronçon de 40 cm de diamètre et de 20 cm de longueur, ce qui réduit la distance entre le convergent et le diffuseur à 40 cm. Le reste de l'installation reste le même (fig. 18).

Les résultats d'expériences sont rassemblés dans le tableau XLVIII.

La courbe du rendement en fonction de la distance Z est représentée sur la figure 58.

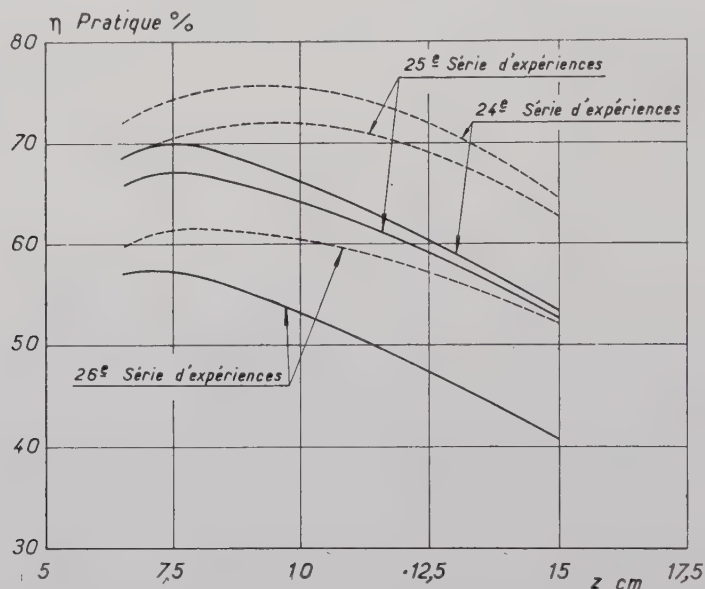


Fig. 59. — Courbes des rendements pratiques en % en fonction de la distance Z en cm de la plaque à l'extrémité aval du tuyau évasé

: sans aspiration

— — : avec aspiration

Vingt-quatrième série d'expériences.

Nous avons remplacé dans ces expériences le corps fuselé n° 1 par le corps fuselé n° 2 (fig. 21 et 25). Ses dimensions figurent dans la page 43. La distance entre le convergent et le diffuseur est ramenée à 100 cm (fig. 18).

Les résultats d'expériences figurent dans le tableau XLIX.

La courbe du rendement en fonction de la distance Z est représentée sur la figure 59.

Vingt-cinquième série d'expériences.

Nous avons supprimé un tronçon de 40 cm de diamètre et de 40 cm de longueur, ce qui réduit la distance entre le convergent et le diffuseur à 60 cm. Le reste de l'installation reste le même (fig. 18).

Les résultats d'expériences figurent dans le tableau L.

La courbe du rendement en fonction de la distance Z est représentée sur la figure 59.

Vingt-sixième série d'expériences.

Nous avons supprimé un autre tronçon de 40 cm de diamètre et de 20 cm de longueur, ce qui réduit la distance entre le convergent et le diffuseur à 40 cm. Le reste de l'installation reste le même (fig. 18).

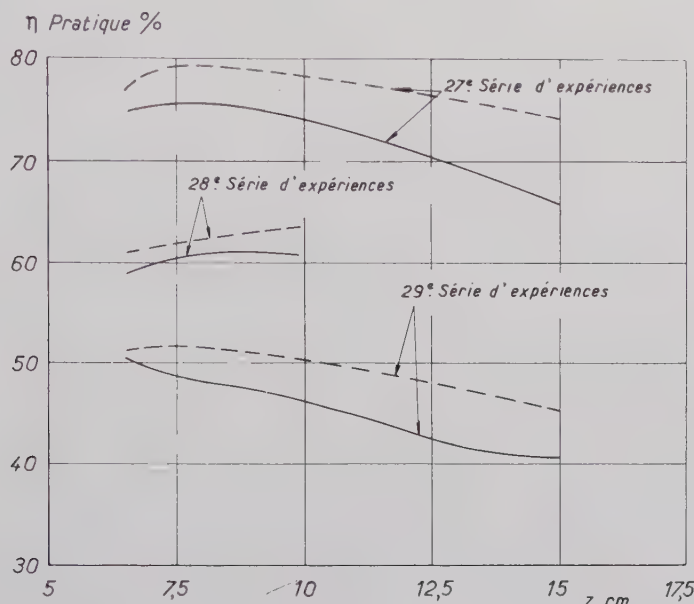


Fig. 60. — Courbes des rendements pratiques en % en fonction de la distance Z en cm de la plaque à l'extrémité aval du tuyau évasé

— : sans aspiration
 --- : avec aspiration

Les résultats d'expériences figurent dans le tableau LI.

La courbe du rendement en fonction de la distance Z est représentée sur la figure 59.

Vingt-septième série d'expériences.

Nous avons remplacé le corps fuselé de révolution n° 2 par le corps fuselé de révolution n° 3, représenté sur la figure 26. Ses dimensions figurent dans la page 48. L'installation est ramenée à ses dimensions de la figure 18. La distance entre le convergent et le diffuseur est ramenée à 100 cm.

Les résultats d'expériences figurent dans le tableau LII.

La courbe du rendement en fonction de la distance Z est représentée sur la figure 60.

TABLEAU XLVIII

$S_0 = 0,5024, \quad S_1 = 0,1143, \quad P_{atm} = 759 \text{ mm Hg}, \quad t^o = 27^o, \quad \rho = 0,1198, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,09,$
 $\alpha_0 = 1,042, \quad K_0 = 1,164, \quad \alpha_1 = 1,02, \quad K_1 = 1,02, \quad \rho_{asp} = 0,1158, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho_{asp}}} = 4,16$

Z (cm)	$\alpha_0 = 1,042, \quad \text{CYLINDRIQUE } D_0 = 80 \text{ cm}$										$\alpha_1 = 1,02, \quad \text{CYLINDRIQUE } D_1 = 40 \text{ cm}$				η_{pr}				DIFFUSEUR		
	Aspiral.	h_{dyn}	u_0	$\frac{u_0}{K_0} = U_0$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2$	$h_{e stat}$	$h_{e tot}$	$h_{i tot}$	u_i	$u_i = U_i$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	$\eta_{pr} = 1 - \frac{\Delta P}{\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2}$		$\eta_{pr} \text{ (%)}$		h_{asp}	Q_{asp}	$\frac{Q_{asp}}{Q}$	6
		(mm)	(m/s)	(m/s)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)	(m/s)							(mm)	(m³/s)		
6,5	Sans	9,4	12,54	10,78	0,0624	7,24	68,8	76,04	178	54,5	53,45	0,061	174	$1 - \frac{74,15}{174} = 57,35$				0			
	Avec	9,96	12,9	11,08	0,0624	7,65	64,4	72,05	183,4	55,4	53,3	0,061	173,2	$1 - \frac{70}{173,2} = 59,6$				6,15	0,3118	5,42	
7,5	Sans	9,89	12,86	11,03	0,0624	7,6	77,15	84,75	186,2	55,8	54,75	0,061	183	$1 - \frac{82,77}{183} = 54,75$				0			
	Avec	11,02	13,58	11,65	0,0624	8,49	71,25	79,74	193,6	56,85	55,7	0,061	189	$1 - \frac{77,68}{189} = 58,9$				5,91	0,3058	5,175	
10	Sans	9,23	12,42	10,68	0,0624	7,11	72,1	79,21	175	54,1	53	0,061	171,5	$1 - \frac{77,36}{171,5} = 54,9$				0			
	Avec	10,78	13,42	11,53	0,0624	8,3	58,5	66,8	196	57,2	56,1	0,061	192	$1 - \frac{64,72}{192} = 66,25$				6,24	0,314	5,28	
15	Sans	8,02	11,59	9,96	0,0624	6,18	87,65	93,83	155,52	50,9	49,9	0,061	152	$1 - \frac{92,13}{152} = 39,35$				0			
	Avec	9,34	12,5	10,72	0,0624	7,18	75,4	82,58	178	54,5	53,45	0,061	174	$1 - \frac{80,7}{174} = 53,6$				7,28	0,339	6	

TABLEAU XLIX

$S_0 = 0,5024,$ $S_1 = 0,09456,$ $P_{atm} = 756 \text{ mm Hg},$ $t^0 = 22^0,$ $\rho = 0,1211,$ $\sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,06,$
 $\alpha_0 = 1,042,$ $K_0 = 1,08,$ $\rho_1 = 1,032,$ $K_1 = 1,04,$ $\rho_{asp} = 0,1172,$ $\sqrt{\frac{2}{\rho_{asp}}} = 4,13$

		$\alpha_0 = 1,042,$ CYLINDRIQUE $D_0 = 80 \text{ cm}$							$\rho_1 = 1,02$ CYLINDRIQUE $D_1 = 40 \text{ cm}$				η_{pr}	DIFFUSEUR			
Z	Aspirat.	h_0 dyn	u_0	$\dot{U}_0$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2$	h_0 stat	h_0 tot	h_1 dyn	u_1	U_1	$\alpha_1 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	$\eta_{pr} = 1 - \frac{\Delta P'}{\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2}$	h_{asp}	Q_{asp}	$\frac{Q_{asp}}{Q}$
(cm)		(mm)	(m/s)	(m/s)			(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)	(m/s)			(%)	(mm)	(m ³ /s)	(%)
6,5	Sans	9,88	12,77	11,81	0,063	8,81	71	79,81	255	64,9	62,3	0,0623	242	1 — 77,21 = 68,1	0		
	Avec	10,21	13,11	12,12	0,063	9,39	64,5	73,89	266,5	66,35	63,75	0,0623	252,5	1 — 71,18 = 71,8	6,48	0,3242	6,5
7,5	Sans	9,96	12,81	11,86	0,063	8,85	67,15	78	263,5	65,95	63,4	0,0623	250	1 — 75,33 = 69,9	0		
	Avec	10,52	13,5	12,3	0,063	9,54	59,9	69,44	273,8	67,15	64,6	0,0623	260	1 — 66,65 = 74,35	6,4	0,3225	6,38
10	Sans	9,24	12,35	11,43	0,063	8,25	74,6	82,85	248,5	64	61,6	0,0623	236,5	1 — 80,32 = 66,1	0		
	Avec	10,2	13,1	12,12	0,063	9,39	58,7	68,09	276	67,4	64,8	0,0623	262	1 — 65,2 = 75,1	6,56	0,328	6,44
15	Sans	8,1	11,55	10,69	0,063	7,2	90,4	97,6	214,6	59,5	57,15	0,0623	203,5	1 — 95,42 = 53,1	0		
	Avec	9,07	12,22	11,31	0,063	8,06	76,6	84,66	246	63,65	61,2	0,0623	233,5	1 — 82,17 = 64,75	7,125	0,340	7,1

TABLEAU L

$$S_0 = 0,5024, \quad S_1 = 0,09456, \quad P_{atm} = 760 \text{ mm Hg}, \quad t^o = 24^o, \quad \rho = 0,121, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,063, \\ \alpha_0 = 1,042, \quad K_0 = 1,08, \quad \alpha_1 = 1,032, \quad K_1 = 1,04, \quad \rho_{asp} = 0,117, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho_{asp}}} = 4,139$$

$\alpha_0 = 1,042, \quad \text{CYLINDRIQUE } D_0 = 80 \text{ cm}$										$\alpha_1 = 1,02, \quad \text{CYLINDRIQUE } D_1 = 40 \text{ cm}$					γ_{pr}	DIFFUSEUR		
Z	Aspirat.	h_0 dyn	u_0	$\frac{u_0}{K_0} = U_0$	$\alpha^0 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2$	h_0 stat	h_0 tot	h_1 dyn	u_1	$\frac{u_0}{K_0} = U_1$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	$\gamma_{pr} = 1 - \frac{\Delta p'}{\alpha_{1,2} \frac{\rho}{2} U_1^2}$	h_{asp}	Q_{asp}	$\frac{Q_{asp}}{Q}$	
(cm)		(mm)	(m/s)	(m/s)		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)	(m/s)		(%)	(%)	(mm)	(m ³ /s)	(%)	
6,5	Sans	9,32	12,41	11,49	0,063	8,31	75,75	84,06	246,2	64	61,5	0,0622	236	$1 - \frac{81,54}{236} = 65,4$	0			
	Avec	9,9	12,8	11,83	0,063	8,82	70,5	79,32	255,2	65	62,5	0,0622	243	$1 - \frac{76,72}{243} = 68,42$	6,64	0,328	6,71	
7,5	Sans	9,64	12,63	11,7	0,063	8,61	72,85	81,46	253,5	64,75	62,25	0,0622	241	$1 - \frac{78,88}{241} = 67,3$	0			
	Avec	10,52	13,20	12,22	0,063	9,41	67,8	77,21	268,7	66,65	64,1	0,0622	255,5	$1 - \frac{74,45}{255,5} = 70,85$	6,48	0,324	6,46	
10	Sans	9,32	12,41	11,49	0,063	8,31	78,15	86,46	242,8	63,5	61	0,0622	232	$1 - \frac{83,96}{232} = 63,85$	0			
	Avec	10,52	13,2	12,22	0,063	9,41	67,4	76,4	272,4	67,35	64,75	0,0622	262	$1 - \frac{74}{262} = 71,75$	6,72	0,330	6,52	
15	Sans	8,1	11,57	10,71	0,063	7,21	91,29	98,50	213	59,4	57,1	0,0622	203	$1 - \frac{96,33}{203} = 52,55$	0			
	Avec	8,83	12,09	11,19	0,063	7,86	79	86,86	236,5	62,6	60,2	0,0622	226	$1 - \frac{84,45}{226} = 62,62$	7,54	0,350	7,34	

TABLEAU LI

$$S_0 = 0,5024, \quad S_1 = 0,09456, \quad P_{atm} = 758 \text{ mm Hg}, \quad t^0 = 25^{\circ}, \quad \rho = 0,1202, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,08, \\ \alpha_0 = 1,042, \quad K_0 = 1,08, \quad \alpha_1 = 1,032, \quad K_1 = 1,04, \quad \rho_{asp} = 0,1163, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho_{asp}}} = 4,143$$

		$\alpha_0 = 1,042, \quad \text{CYLINDRIQUE } D_0 = 80 \text{ cm}$						$\alpha_2 = 1,02, \quad \text{CYLINDRIQUE } D_1 = 40 \text{ cm}$						η_{pr}	DIFFUSEUR		
Z	Aspirat.	$h_0 \text{ dyn}$	u_0	$\frac{u_0}{K_0} = U_0$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2$	$h_0 \text{ tsat}$	$h_0 \text{ tot}$	$h_1 \text{ dyn}$	u_1	$\frac{u_1}{K_1} = U_1$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	$\eta_{pr} = 1 - \frac{\Delta p'}{\alpha_2 \frac{\rho}{2} U_1^2}$	h_{asp}	Q_{asp}	$\frac{Q_{asp}}{Q}$
(cm)		(mm)	(m/s)	(m/s)			(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)	(m/s)			(%)	(mm)	(m ³ /s)	(%)
6,5	Sans	8,585	11,93	11,05	0,063	7,69	90	97,69	230,08	62	59,55	0,062	221,5	1 — 95,32 221,5 = 57	0		
	Avec	8,665	11,95	11,075	0,063	7,74	86,25	93,97	235,8	62,7	60,3	0,062	227	1 — 91,55 274 = 59,6	5,91	0,3092	6,55
7,5	Sans	8,26	11,72	10,85	0,063	7,73	87,6	95,33	227,9	61,6	59,25	0,062	218,5	1 — 93,00 218,5 = 57,42	0		
	Avec	8,75	12,08	11,18	0,063	7,87	82,6	90,47	238,8	63	60,6	0,062	228	1 — 88,04 228 = 61,35	5,67	0,3025	6,39
10	Sans	7,78	11,38	10,525	0,063	6,96	90,75	97,71	213	59,55	57,25	0,062	204	1 — 95,52 204 = 53,1	0		
	Avec	8,42	11,84	10,97	0,063	7,56	84,6	92,16	233,5	62,4	60	0,062	224	1 — 89,77 224 = 59,9	5,67	0,3025	6,44
15	Sans	6,72	10,59	9,8	0,063	6,04	101,4	107,44	185,5	55,6	53,5	0,062	178	1 — 105,54 178 = 40,75	0		
	Avec	7,615	11,27	10,425	0,063	6,84	90,75	97,59	210,4	59,2	57	0,062	202,5	1 — 95,43 202,5 = 52,9	5,91	0,3092	6,83

TABLEAU LII

$$S_0 = 0,5024, \quad S_1 = 0,0645, \quad P_{\text{atm}} = 756 \text{ mm Hg}, \quad t^0 = 22^{\circ}, \quad \rho = 0,1211, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,06, \\ \alpha_0 = 1,043, \quad K_0 = 1,223, \quad \alpha_1 = 1,071, \quad K_1 = 1,092, \quad \rho_{\text{asp}} = 0,1172, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho_{\text{asp}}}} = 4,23$$

		$\alpha_0 = 1,042, \quad \text{CYLINDRIQUE } D_0 = 80 \text{ cm}$						$\alpha_1 = 1,02, \quad \text{CYLINDRIQUE } D_1 = 40 \text{ cm}$						η_{pr}		DIFFUSEUR		
Z	Aspirat.	h_0 dyn	u_0	U_0	$\alpha_0 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2$	h_0 stat	h_0 tot	h_1 dyn	u_1	U_1	$\alpha_1 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	$\eta_{\text{pr}} = 1 - \frac{\Delta P}{\alpha_{1,2} \frac{\rho}{2} U_{1,2}^2}$	h_{asp}	Q_{asp}	$\frac{Q_{\text{asp}}}{Q}$	
		(mm)	(m/s)	(m/s)			(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)	(m/s)			(%)	(mm)	(m ³ /s)	(%)	
6,5	Sans	7,29	10,96	8,95	0,0631	5,05	98,5	103,55	439,5	85,1	77,9	0,0647	391	1 — 99,54 — 391	0			
	Avec	7,69	11,26	9,21	0,0631	5,36	92,75	98,11	449,5	86	78,65	0,0647	400	1 — 94 — 400	7,05	0,3383	8,63	
7,5	Sans	7,29	10,96	8,95	0,0631	5,05	95,4	100,45	442	85,4	78	0,0647	394	1 — 96,41 — 394	0			
	Avec	7,78	11,32	9,25	0,0631	5,39	91,3	96,69	472	88,25	80,75	0,0647	420	1 — 87 — 420	7,05	0,3383	8,41	
10	Sans	7,18	10,88	8,89	0,0631	4,98	98,1	103,08	429	84,1	77	0,0647	383	1 — 99,15 — 383	0			
	Avec	8,15	11,6	9,48	0,0631	5,83	90	95,83	465	87,5	80	0,0647	414	1 — 91,58 — 414	7,05	0,3383	8,48	
15	Sans	6,48	10,33	8,45	0,0631	4,62	105,7	110,32	384,5	75,75	69,3	0,0647	310	1 — 107,12 — 310	0			
	Avec	7,29	10,96	8,95	0,0631	5,05	96,4	101,45	423,5	83,5	76,4	0,0647	376	1 — 97,59 — 376	7,54	0,350	9,46	

TABLEAU LIII

$$S_0 = 0,5024, \quad S_1 = 0,0645, \quad P_{\text{atm}} = 762,5 \text{ mm Hg}, \quad t^0 = 25^{\circ}, \quad \rho = 0,121, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho}} = 4,063, \\ \alpha_0 = 1,042, \quad K_0 = 1,223, \quad \alpha_1 = 1,071, \quad K_1 = 1,092, \quad \rho_{\text{asp}} = 0,1172, \quad \sqrt{\frac{2}{\rho_{\text{asp}}}} = 4,23$$

$\alpha_0 = 1,042, \quad \text{CYLINDRIQUE } D_0 = 80 \text{ cm}$										$\alpha_1 = 1,02, \quad \text{CYLINDRIQUE } D_1 = 40 \text{ cm}$				γ_{pr}		DIFFUSEUR			
Z	Aspirat.	$h_0 \text{ dyn}$	u_0	$\frac{u_0}{K_0} = U_0$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2$	$h_0 \text{ stat}$	$h_0 \text{ tot}$	$h_1 \text{ dyn}$	u_1	$\frac{u_1}{K_1} = U_1$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	$\gamma_{\text{pr}} = 1 - \frac{\Delta P}{\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2}$	(%)	$\frac{\Delta P}{\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2}$	h_{asp}	Q_{asp}	$\frac{Q_{\text{asp}}}{Q}$
(cm)		(mm)	(m/s)	(m/s)			(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)	(m/s)						(mm)	(m ³ /s)	(%)
6,5	Sans	5,75	9,75	7,965	0,0631	3,99	111	114,99	301,5	70,65	64,7	0,0647	271	$1 - \frac{112,2}{271}$	58,6		0		
	Avec	6,07	10,01	8,25	0,0631	4,29	108,6	112,89	314	72,05	66	0,0647	282	$1 - \frac{110}{292}$	61		7,125	0,340	10,33
7,5	Sans	6,075	10,02	8,34	0,0631	4,38	109,3	113,68	312	71,9	65,75	0,0647	280	$1 - \frac{110,80}{280}$	60,42		0		
	Avec	6,64	10,48	8,565	0,0631	4,62	107,3	111,92	320	72,75	66,5	0,0647	286	$1 - \frac{109}{286}$	61,9		7,05	0,338	10,28
10	Sans	6,32	10,22	8,36	0,0631	4,42	109	113,42	314	71,9	65,75	0,0647	280	$1 - \frac{110,53}{280}$	60,5		0		
	Avec	6,56	10,4	8,5	0,0631	4,56	105,2	109,76	324	73,2	67	0,0647	292	$1 - \frac{106,75}{292}$	63,4		7,21	0,342	10,23
15	Sans	5,91	9,9	8,09	0,0631	4,11			283,5	68,5	62,7	0,0647					0		
	Avec	6,48	10,34	8,46	0,0631	4,52			316	72,35	66,1	0,0647					8,35	0,368	11,15

TABLEAU LIV

$S_0 = 0,5024,$ $S_1 = 0,0645,$ $P_{\text{atm}} = 762 \text{ mm Hg},$ $t^o = 26^o,$ $\rho = 0,1206,$ $\sqrt{\frac{\rho}{2}} = 4,07,$

$\alpha_0 = 1,042,$ $K_0 = 1,223,$ $\alpha_1 = 1,071,$ $K_1 = 1,092,$ $\rho_{\text{asp}} = 0,1177,$ $\sqrt{\frac{2}{\rho_{\text{asp}}}} = 4,125$

		$\alpha_0 = 1,042,$ CYLINDRIQUE $D_0 = 80 \text{ cm}$							$\alpha_1 = 1,02,$ CYLINDRIQUE $D_1 = 40 \text{ cm}$					η_{pr}		DIFFUSEUR		
Z	Aspiral.	$h_0 \text{ dyn}$	u_0	U_0	$\alpha_0 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_0 \frac{\rho}{2} U_0^2$	$h_0 \text{ stat}$	$h_0 \text{ tot}$	$h_1 \text{ dyn}$	u_1	U_1	$\alpha_1 \frac{\rho}{2}$	$\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2$	$\eta_{pr} = 1 - \frac{\Delta P}{\alpha_1 \frac{\rho}{2} U_1^2}$	$h_{0 \text{ asp}}$	Q_{asp}	$\frac{Q_{asp}}{Q}$	
(cm)		(mm)	(m/s)	(m/s)			(mm)	(mm)	(mm)	(m/s)	(m/s)			(%)	(mm)	(m ³ /s)	(%)	
6,5	Sans	5,51	9,57	7,82	0,0631	3,85	121,4	125,25	266,6	66,5	60,8	0,0646	239	$1 - \frac{118,79}{239} = 50,3$	0			
	Avec	5,59	9,63	7,865	0,0631	3,9	120,2	124,1	275,2	67,55	61,8	0,0646	246,4	$1 - \frac{121,6}{246,4} = 50,7$	5,91	0,3105	10,1	
7,5	Sans	5,26	9,34	7,635	0,0631	3,66	120,3	123,96	270,2	67	61,3	0,0646	235	$1 - \frac{121,54}{235} = 48,3$	0			
	Avec	5,51	9,57	7,82	0,0631	3,85	119	122,85	278	67,9	62,1	0,0646	249	$1 - \frac{120,29}{249} = 51,7$	5,83	0,3085	9,65	
10	Sans	5,02	9,13	7,46	0,0631	3,51	123	126,51	257,5	65,35	59,75	0,0646	230	$1 - \frac{124,14}{230} = 46$	0			
	Avec	5,43	9,5	7,76	0,0631	3,79	120,2	123,99	270,6	67,05	61,3	0,0646	243	$1 - \frac{121,5}{243} = 50$	5,67	0,304	9,94	
15	Sans	5,02	9,13	7,46	0,0631	3,51	125	128,51	237,2	62,8	57,5	0,0646	213	$1 - \frac{126,31}{213} = 40,6$	0			
	Avec	5,26	9,34	7,635	0,0631	3,66	123,1	126,76	254,1	64,95	59,45	0,0646	228	$1 - \frac{124,41}{228} = 45,4$	6,31	0,3207	10,81	

TABLEAU LV

18 ^e série d'expériences	η_{pr} % sans asp.	42,75	44,15	33,50	22,9	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{Q_{asp}}{Q} < 2,8 \% \end{array} \right.$
	η_{pr} % avec asp. ...	48,6	51	44,5	36,4	
	Augmentation. %..	13,7	13,82	32,8	59	
20 ^e série d'expériences	η_{pr} % sans asp.	60,7	64,5	55,85	31,25	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{Q_{asp}}{Q} < 7,2 \% \end{array} \right.$
	η_{pr} % avec asp. ...	67,6	70,75	70,35	52,3	
	Augmentation. %..	11,7	9,7	26	67,5	
21 ^e série d'expériences	η_{pr} % sans asp.	61,2	63,1	56,3	36,85	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{Q_{asp}}{Q} < 6 \% \end{array} \right.$
	η_{pr} % avec asp. ...	65,9	69,7	70,65	55,25	
	Augmentation. %..	7,68	10,45	25,5	50	
24 ^e série d'expériences	η_{pr} % sans asp.	68,1	69,9	66,1	53,1	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{Q_{asp}}{Q} < 7,1 \% \end{array} \right.$
	η_{pr} % avec asp. ...	71,8	74,35	75,1	64,75	
	Augmentation. %..	5,45	6,36	13,6	20,9	
27 ^e série d'expériences	η_{pr} % sans asp.	74,5	75,55	74,1	65,43	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{Q_{asp}}{Q} < 9,5 \% \end{array} \right.$
	η_{pr} % avec asp. ...	76,5	77,85	77,85	74	
	Augmentation. %..	2,69	4,96	5,06	13,1	

Vingt-huitième série d'expériences.

Nous avons supprimé un tronçon de 40 cm de diamètre et de 40 cm de longueur, ce qui réduit la distance entre le convergent et le diffuseur à 60 cm. Le reste de l'installation ne change pas (*fig. 18*).

Les résultats d'expériences figurent dans le tableau LIII.

La courbe du rendement pratique en fonction de la distance Z est représentée sur la *figure 60*.

Vingt-neuvième série d'expériences.

Nous avons supprimé un autre tronçon de 40 cm de diamètre mais de 20 cm de longueur, ce qui réduit la distance entre le convergent et le diffuseur à 40 cm. Le reste de l'installation ne change pas (*fig. 18*).

Les résultats d'expériences figurent dans le tableau LIV.

La courbe du rendement en fonction de la distance Z est représentée sur la *figure 60*.

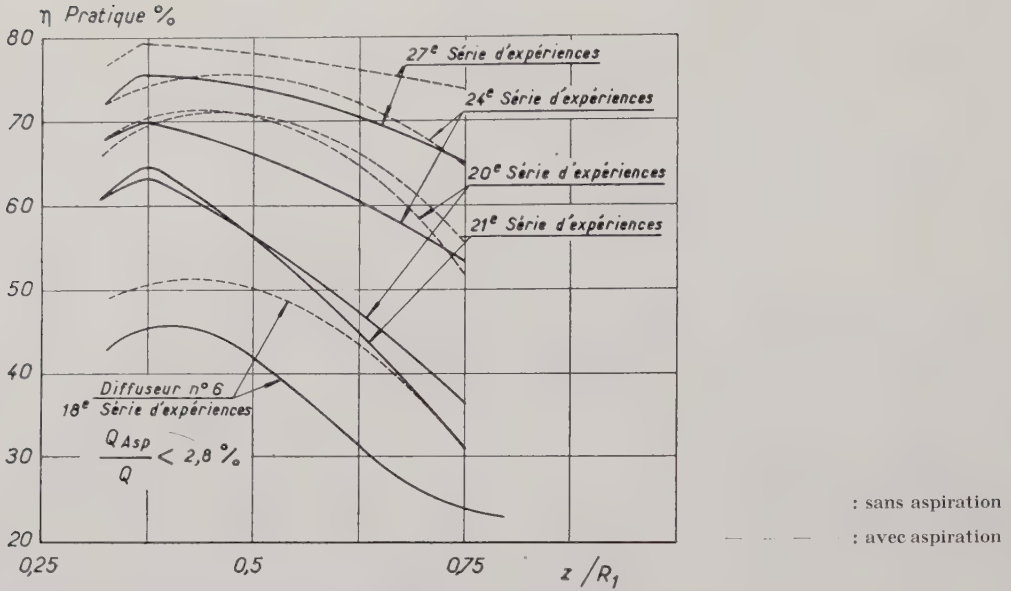


Fig. 61. — Courbes des rendements pratiques en % en fonction du rapport $\frac{z}{R_1}$ pour les séries d'expériences n°s 18, 20, 21, 24, 27

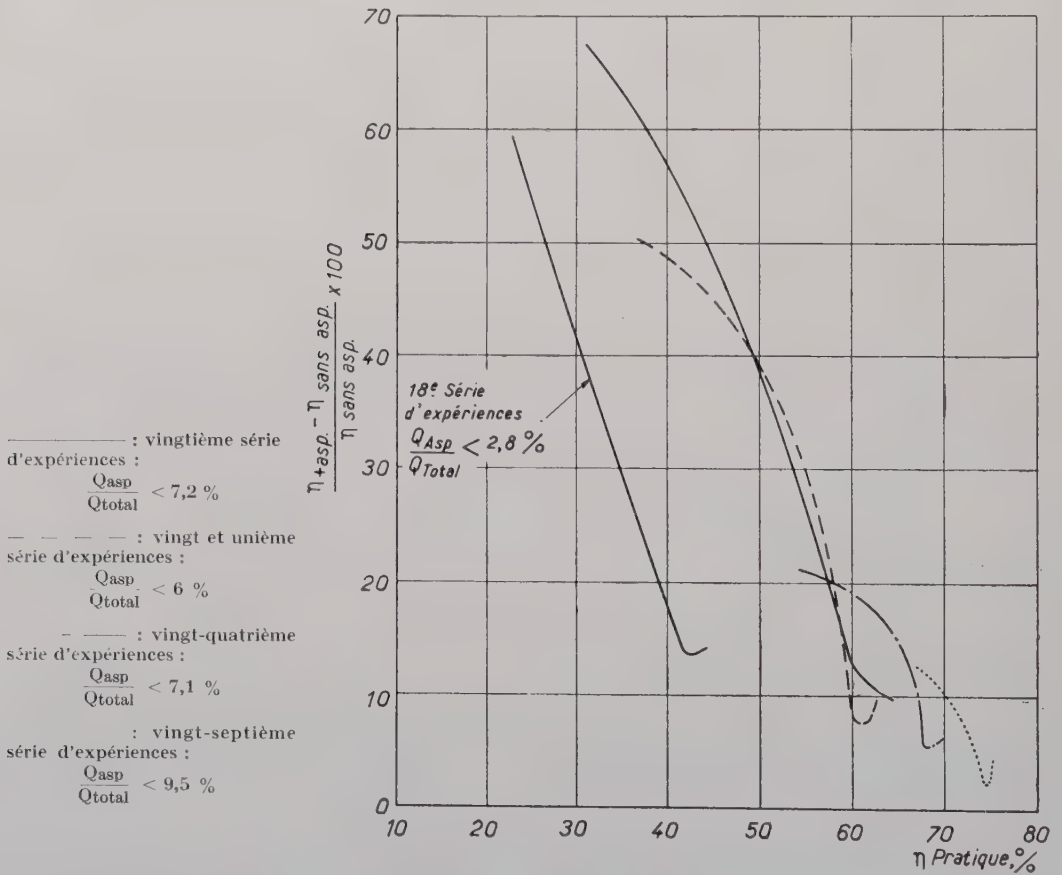


Fig. 62. — Augmentation du rendement pratique due à l'aspiration, en % du rendement pratique sans aspiration, en fonction du rendement pratique

CONCLUSION

En examinant les résultats de ces dernières séries d'expériences, nous constatons l'intérêt considérable de l'aspiration pour les faibles rendements inférieurs à 50 %.

Nous avons représenté sur la *figure 61* les courbes du rendement pratique avec ou sans aspiration en fonction du rapport $\frac{Z}{R_1}$ pour les séries d'expériences 18, 20, 21, 24 et 27.

Dans le tableau LV, nous avons fait figurer l'augmentation du rendement pratique dû à l'aspiration, en % du rendement sans aspiration, en fonction du rendement sans aspiration. Sur la *figure 62*, nous avons représenté graphiquement les résultats de ce tableau.

En examinant le tableau LV et la *figure 62* nous constatons que l'aspiration joue un rôle appréciable pour les faibles rendements, c'est-à-dire inférieurs à 50 %. Le rendement pratique du diffuseur court de révolution dans la vingtième expérience et pour $Z = 15$ cm passe de 31,25 % à 52,3 % soit une augmentation de 67,5 %, tandis que pour les rendements supérieurs à 60 %, l'augmentation due à l'aspiration ne dépasse jamais 20 %, cela pour les débits d'aspiration de l'ordre de 8 % du débit total.

Notons encore que quelle que soit la forme du diffuseur court de révolution, qu'il y ait aspiration ou non, le rendement pratique est maximum pour un rapport $\frac{Z}{D_1}$ compris entre :

$$0,16 < \frac{Z}{D_1} < 0,225.$$

Nous terminons en signalant que l'aspiration de la couche limite est sans influence sur le rendement pratique lorsque la rotation du fluide à l'amont du diffuseur est grande.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] WHITE. — *The hydraucone regainer, its development and applications in hydro-electric plants* WHITE (V. M.). Engineering, août 1921.
- [2] BUCHI. — *I/Modern diffusori nelle turbine idrauliche*. Energia Electrica, décembre 1929.
- [3] MAVIS F. T., LUKSCH et HSI-HOU-CHANG. — *Hydraulic tests of small duffusers*. University of Iowa, 15 mars 1938.
- [4] *Test of Models FLARING draft tubes with conical inserts*. M.S. Thesis, juin 1937, Iowa University.
- [5] *A study of hydrodynamics of spreading draft tubes*. Ph. D. Thesis, juin 1935, Univ. of Iowa.
- [6] FORTIER A. — *Définition des mesures de pertes de charge dans les conduites industrielles*. R.G.E., Tome LIV, n° 10, octobre 1945.
- [7] FORTIER. — *Sur quelques difficultés de mesures des pertes de charge dans les conduites industrielles*. Houille blanche, n° 5, septembre-octobre 1946.
- [8] FORTIER A. — *Amortissements de la rotation et pertes de charge des écoulements giratoires dans les canalisations cylindriques de section circulaire*. Mémoires et Travaux, n° 2, 1954.
- [9] FORTIER A. — *Mécanique des fluides*. Cours de l'École d'Ingénieurs Hydrauliciens de Grenoble.
- [10] FORTIER A. — *Hydrodynamique Supérieure*. Cours à la Sorbonne.
- [11] ROBERTSON et ROSS. — *Influence des conditions à l'entrée sur l'écoulement dans les diffuseurs*. Proceedings American Society of Civil Engineers M 141, juillet 1952. Traduction E.D.F., octobre.
- [12] COTTIGNIES. — *Contribution à l'étude des pertes de charge singulières*. Publications Scientifiques et Techniques du Ministère de l'Air, 1950.
- [13] JAMIN. — *Diffuseurs courts à corps central*. Publications Scientifiques et Techniques du Ministère de l'Air.
- [14] PRANDTL. — *Mécanique des fluides*.
- [15] PATTERSON. — *Modern diffuser design*. Aircraft Eng., septembre 1938.
- [16] BOSSUGES. — *Machines hydrauliques*. Cours de l'École d'Ingénieurs Hydrauliciens de Grenoble.
- [17] *Aspiration de la couche limite*. Traduction de l'E.D.F., 22 octobre 1953, n° 2119, d'un article paru en date du 28 août 1926 dans le « V.D.I. Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure », vol. 70, n° 35.
- [18] THOMANN. — *Wasser Turbinen*, 2^e vol. p. 146, Fonctionnement du tuyau cylindrique.
- [19] BAUDISH. — *Étude mathématique des tubes d'aspirations des turbines*. Traduction de l'E.D.F., n° 2113, le 13 novembre 1952, de « Die Wasser Wirtschaft », n° 32, 1932.
- [20] GOETHALS R. — *Contribution à l'étude de diffuseurs en vue de l'application aux souffleries aérodynamiques subsoniques*. Publications Scientifiques et Techniques du Ministère de l'Air, n° 243.

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté

MESURE DU DÉBIT EN HYDRAULIQUE

Vu et approuvé :

Paris, le 31 décembre 1955.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

J. PÉRÈS.

Vu et permis d'imprimer :

Paris, le 18 janvier 1956.

Le Recteur de l'Académie de Paris,

J. SARRAILH.



IMPRIMERIE



IMPRIMERIE